BnF Gallica

Revue scientifique

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

BnF Gallica

. Revue scientifique. 1931.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter **utilisation.commerciale@bnf.fr**.

REVUE
SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL : LOUIS FRANCHET

AVEC 385 FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE

69e ANNEE

Du 1er Janvier au 31 Décembre 1931

ANNULÉ

PARIS
BUREAUX DE LA *REVUE POLITIQUE ET LITTERAIRE* (*REVUE BLEUE*)
ET DE LA *REVUE SCIENTIFIQUE*
286, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 286

1931

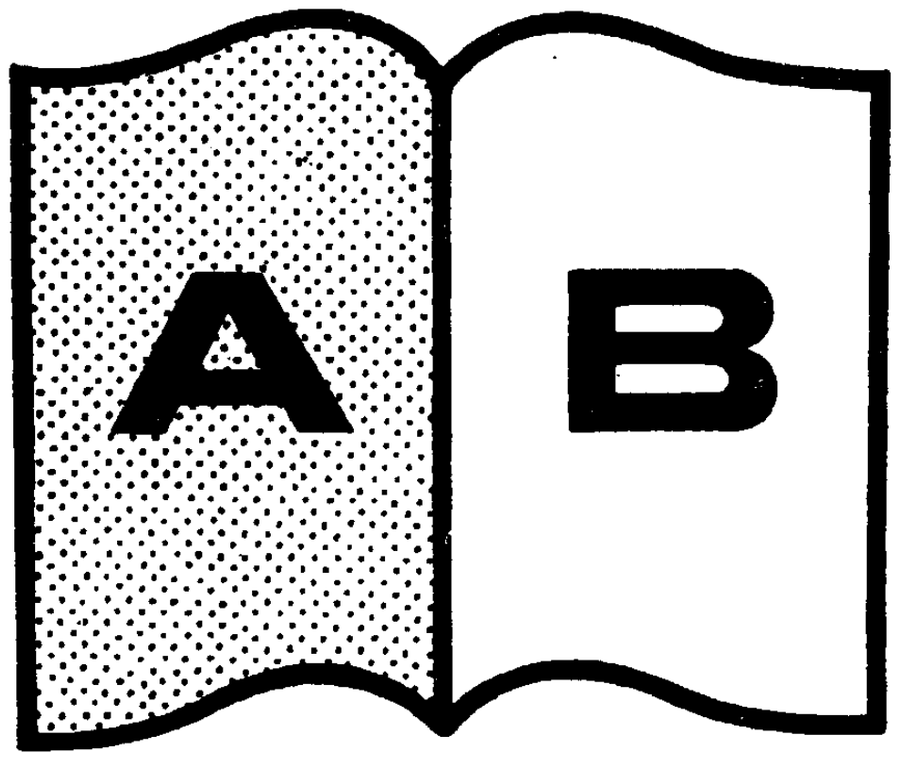
Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Supplément au numéro du 26 décembre 1931 de la *Revue Scientifique*.

REVUE SCIENTIFIQUE

ANNU

P. et A. DAVY, IMPRIMEURS
IMP. DE LA REVUE BLEUE ET DE LA REVUE SCIENTIFIQUE
53, rue de la Procession, Paris (15e)



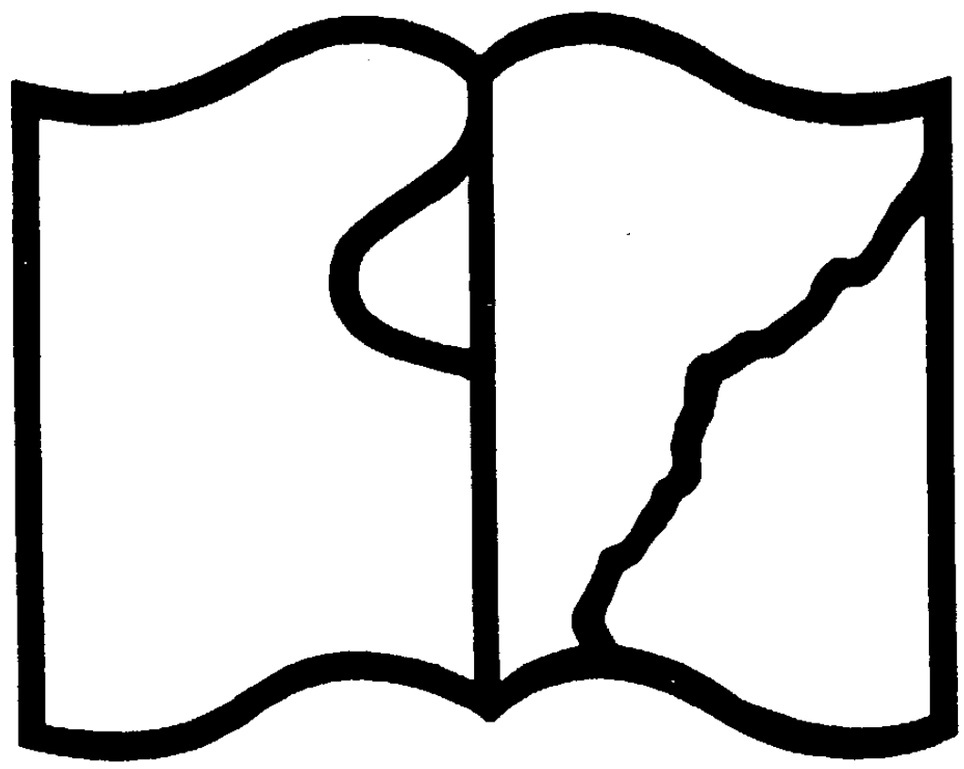
Contraste insuffisant

NF Z 43-120-14

Contraste hétérogène

Conforme à l'original

VALABLE POUR TOUT OU PARTIE DU DOCUMENT REPRODUIT



Texte détérioré – Reliure défectueuse
NF Z 43-120-11

Pages publicitaires tronquées à la fin de l'ouvrage
Conforme au document original

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 1 — 69e ANNÉE — 10 JANVIER 1931

HISTOIRE DE L'OBSERVATOIRE DE GREENWICH[1]

par Sir Frank W. DYSON
Astronome Royal

C'est un grand honneur pour moi, et un grand plaisir, que de prendre la parole devant l'Association France-Grande-Bretagne. J'ai eu beaucoup de relations agréables avec les hommes de science et les astronomes français. Dès 1902, je coopérais avec M. Bigourdan et M. Lancelin pour déterminer la différence de longitude entre Paris et Greenwich. Dans beaucoup d'occasions j'ai pris part à des conférences internationales à Paris. Parmi les hommes éminents que j'ai eu le privilège d'y rencontrer, je garderai toujours précieusement le souvenir d'Henri Poincaré, dont l'éminence scientifique était égalée par le charme de sa simplicité.

J'ai choisi, comme sujet de cette conférence, l'Observatoire royal de Greenwich.

L'Observatoire de Paris a été commencé en 1667 et terminé en 1671. Dominique Cassini fut son premier directeur ; c'était un homme de science brillant. Un astronome praticien, moins connu, mais qui rendit les plus grands services à l'astronomie, est Picard, qui travailla à l'Observatoire de Paris de 1672 à 1684. Son nom est associé, d'une manière impérissable, avec les perfectionnements des instruments astronomiques du XVIIe siècle.

L'observatoire de Greenwich fut fondé neuf ans plus tard. En 1675, un noble français, appelé le Sieur de Saint-Pierre, fit connaître au roi Charles II qu'il avait découvert une méthode pour déterminer les longitudes à la mer. Le besoin d'une telle méthode se faisait sentir d'une manière urgente, car les navires entreprenaient de longs voyages vers l'Amérique et contournaient le cap de Bonne-Espérance et le cap Horn : beaucoup de gouvernements avaient offert des prix importants pour la solution de ce problème des longitudes. Le Roi s'intéressa à la méthode du Sieur de Saint-Pierre, et chargea un Comité de la Royal Society d'étudier la question. Ce Comité, sur l'avis de Flamsteed reconnut que la méthode était impraticable dans l'état de l'astronomie à cette époque, et remit au Roi une pétition pour la création d'un Observatoire qui serait chargé de faire les observations des corps célestes, nécessaires pour la détermination des longitudes à la mer.

La détermination de la longitude à la mer, exige du marin, la connaissance de deux choses : l'heure locale du navire et l'heure de quelque lieu dont la longitude soit connue, par exemple Paris ou Greenwich. Il est facile de trouver l'heure locale par des observations astronomiques. Actuellement, principalement grâce au général Ferrié, le marin peut facilement connaître l'heure de Greenwich, mais au temps de Charles II il n'y avait pas de *télégraphie sans fil* pour la lui donner. Voyons quelle solution du problème était proposée.

(1) Conférence prononcée dans une réunion de l'Association France-Grande-Bretagne; tenue à la Sorbonne, le 7 novembre 1930.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

La figure 1 représente une image du ciel sur laquelle ont été reportées les positions de la lune deux jours successifs. La lune fait le tour du ciel en un mois. Le navigateur trouve, d'après ses mesures, que, à l'heure locale de son observation, la lune est à un certain nombre de degrés et de minutes d'une étoile donnée. S'il avait été possible de dresser un almanach donnant pour toutes les heures de Paris ou de Greenwich la position de la lune parmi les étoiles, l'almanach dirait quelle heure il était à Paris ou à Greenwich lorsque la lune était à la distance observée de l'étoile donnée. Le temps local trouvé par le marin en diffère d'un certain

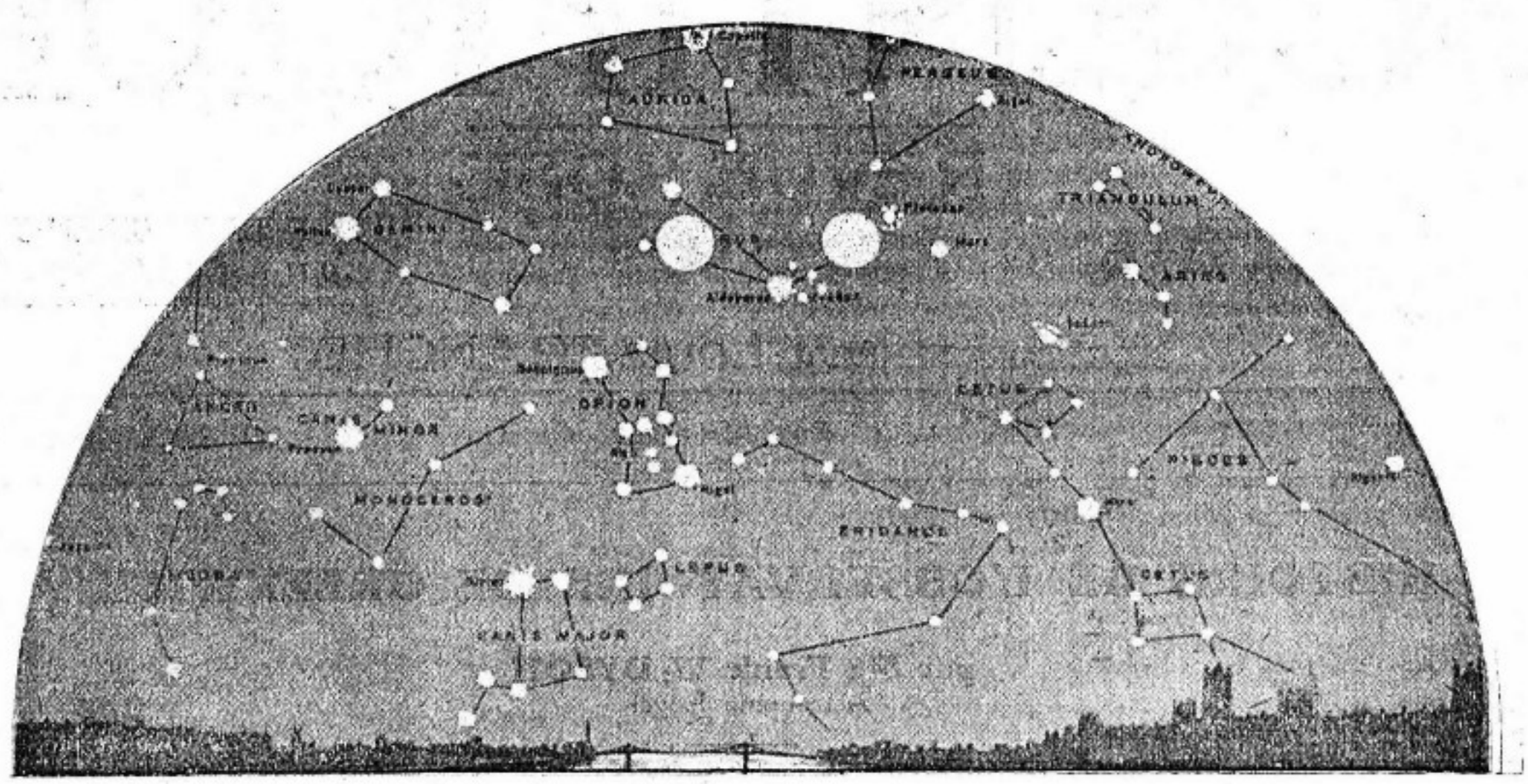


Fig. 1. — La Lune sur la voûte céleste, deux jours consécutifs.

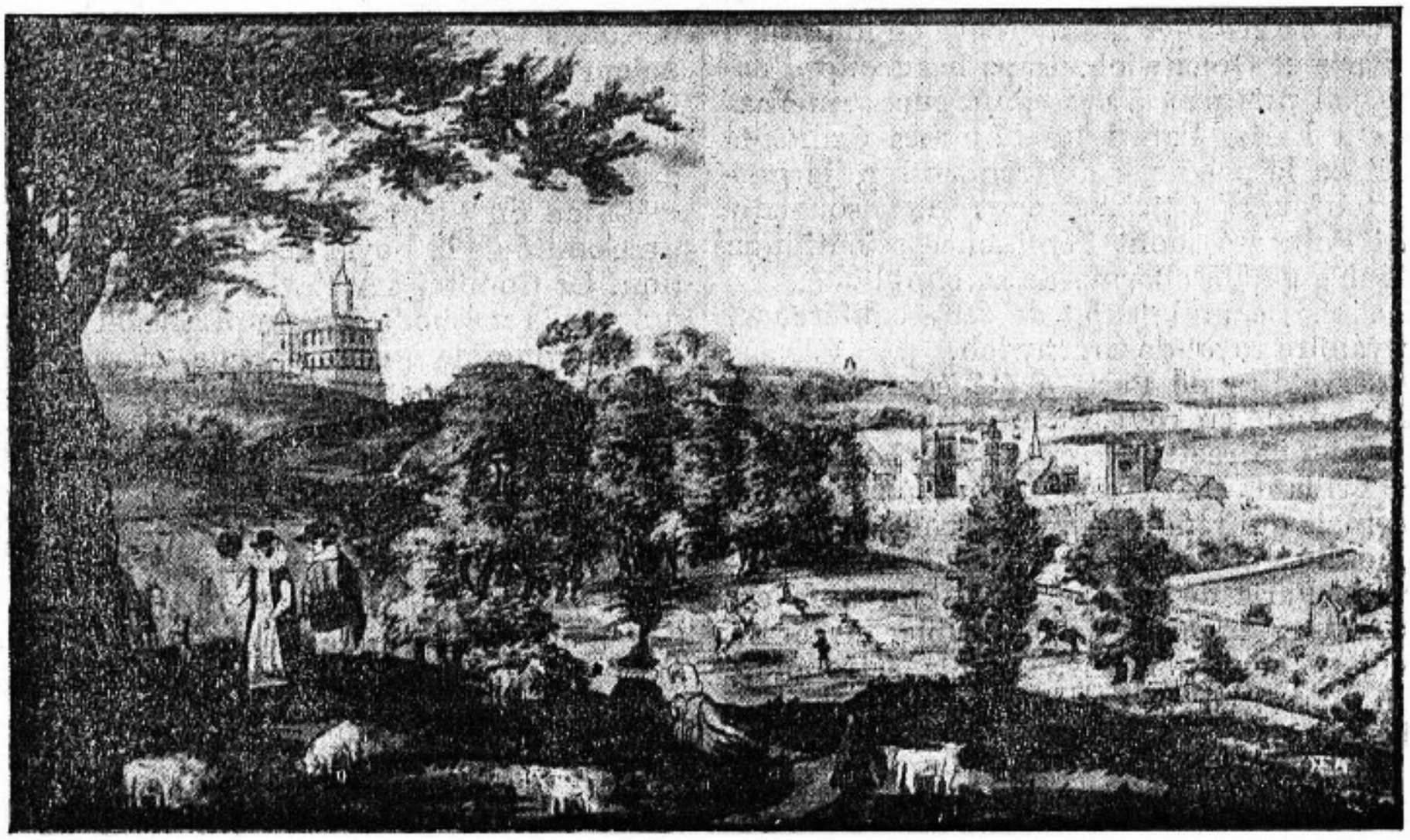


Fig. 2. — Le Parc de Greenwich au temps d'Elisabeth.

nombre d'heures, de minutes et de secondes. Cette différence est égale à la longitude du lieu.

Deux grands travaux devaient être accomplis avant que la méthode proposée par le Sieur de Saint-Pierre ne fut applicable. La position des étoiles sur le ciel devait être déterminée avec la plus grande précision ; l'almanach donnant la position de la lune devait être dressé. Ce dernier problème offrait de grandes difficultés. Heureusement, vers cette époque, Newton proposa la loi de la gravitation, et, en grande partie, grâce à une succession de brillants mathématiciens français, parmi lesquels je mentionnerai seulement Clairaut, Laplace et Delaunay, le mouvement de la lune peut être déterminé avec la précision nécessaire. Mais ces grandes recherches théoriques réclament le travail plus humble de l'astronome observateur. De 1676 à 1930 la lune a été régulièrement observée à Greenwich à tous ses passages au méridien. La demande des navigateurs a été complètement satisfaite, mais il y a encore quelques problèmes à résoudre pour les astronomes !

L'observatoire de Greenwich fut fondé en 1675. Le site choisi était une colline dans le Parc royal, environ à 5 milles de Londres (fig. 2). Autrefois, il y avait là un rendez-vous de chasse fréquenté par le roi. Ce pavillon fut démoli, et un observatoire fut construit par Wren, l'architecte de Saint-Paul (fig. 3). Une inscription fut placée sur cet observatoire, disant qu'il était fondé pour aider aux progrès de l'Astronomie et de la Navigation.

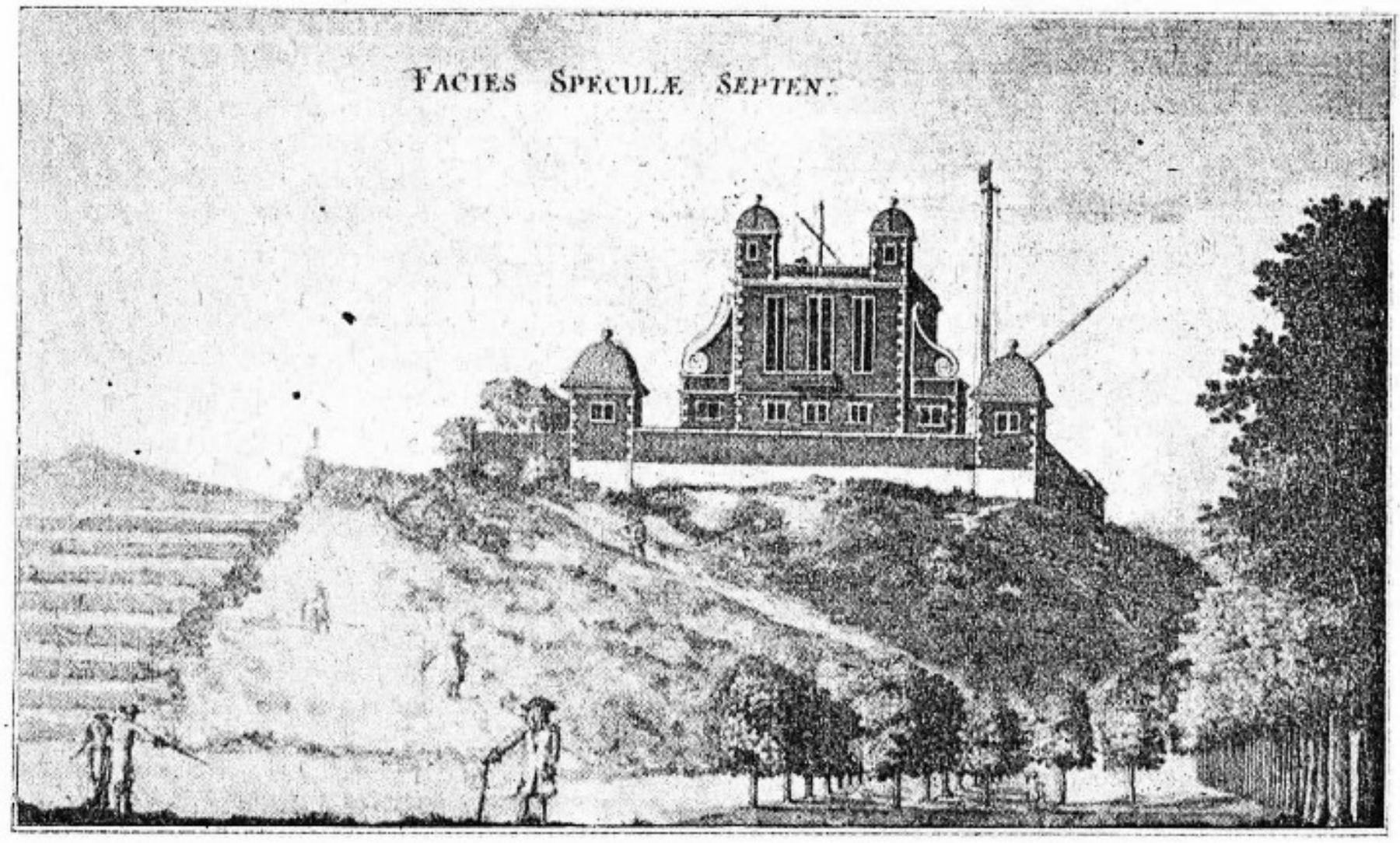


Fig. 3. — L'Observatoire de Greenwich au temps de sa fondation (1675).

Le premier astronome fut Flamsteed (fig. 4) qui avait été le rapporteur du comité chargé d'étudier les propositions du Sieur de Saint-Pierre. Dans la salle de l'observatoire, représentée sur la figure 5, il y a lieu de remarquer les

Fig. 4. — Flamsteed, Astronome Royal de 1675 à 1719

horloges de Tompion, mais ces horloges étaient à peine assez bonnes pour les buts astronomiques. Elles étaient à l'essai à cette époque. Les instruments d'observations étaient de grands secteurs de cercle (fig. 6). Les taches du soleil étaient parfois observées par projection.

Flamsteed travailla avec le plus grand zèle et au milieu des plus grandes difficultés. Les instruments avaient été achetés sur ses propres ressources. Ses observations furent aussi publiées à ses frais. Ses observations du soleil furent discutées par lui-même. Newton utilisa ses observations de la lune. Flamsteed n'avait pas le génie de Picard ou de Roemer, mais ses observations étaient les meilleures possible pour l'époque. Il mourut en 1719 ; Halley lui succéda.

Halley (fig. 7) était un grand ami de Newton ; il l'avait décidé à publier les *Principia*, et ce fut lui qui supporta les frais d'impression. Halley s'intéressait à beaucoup de branches de la science, le magnétisme terrestre en particulier, et il fit un voyage dans l'Atlantique sud pour étudier la déviation de l'aiguille aimantée dans différentes parties du monde. Il fit nombre de découvertes astronomiques. En étudiant les anciennes éclipses, il trouva que le mouvement de la lune devenait de plus en plus rapide. Ce fait fut imputé, par Laplace, à l'action des planètes ; plus tard il est apparu qu'une partie provient d'un retard produit par les marées dans le mouvement de rotation de la terre.

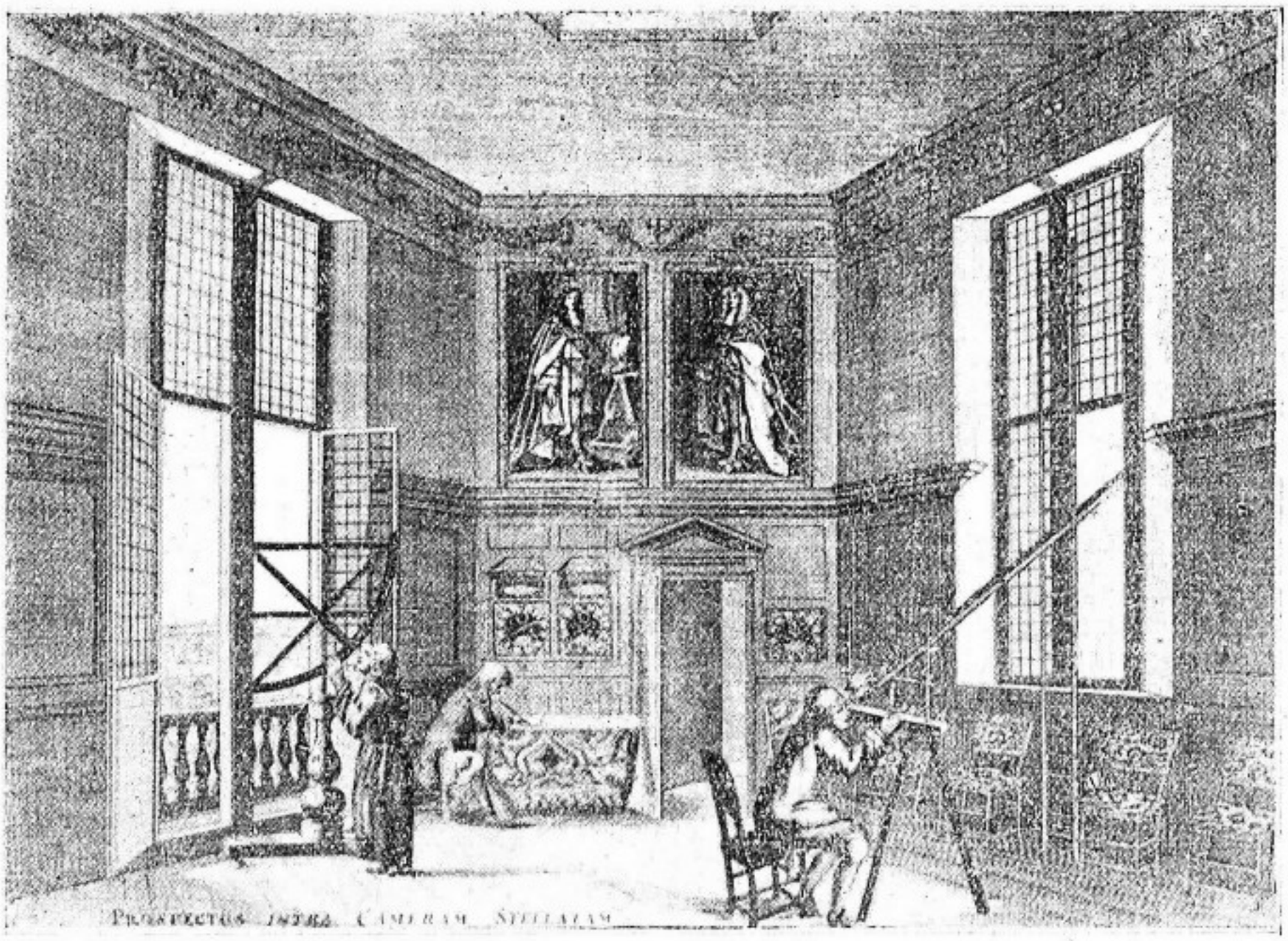


Fig. 5. — Une salle d'Observation au temps de Flamsteed.

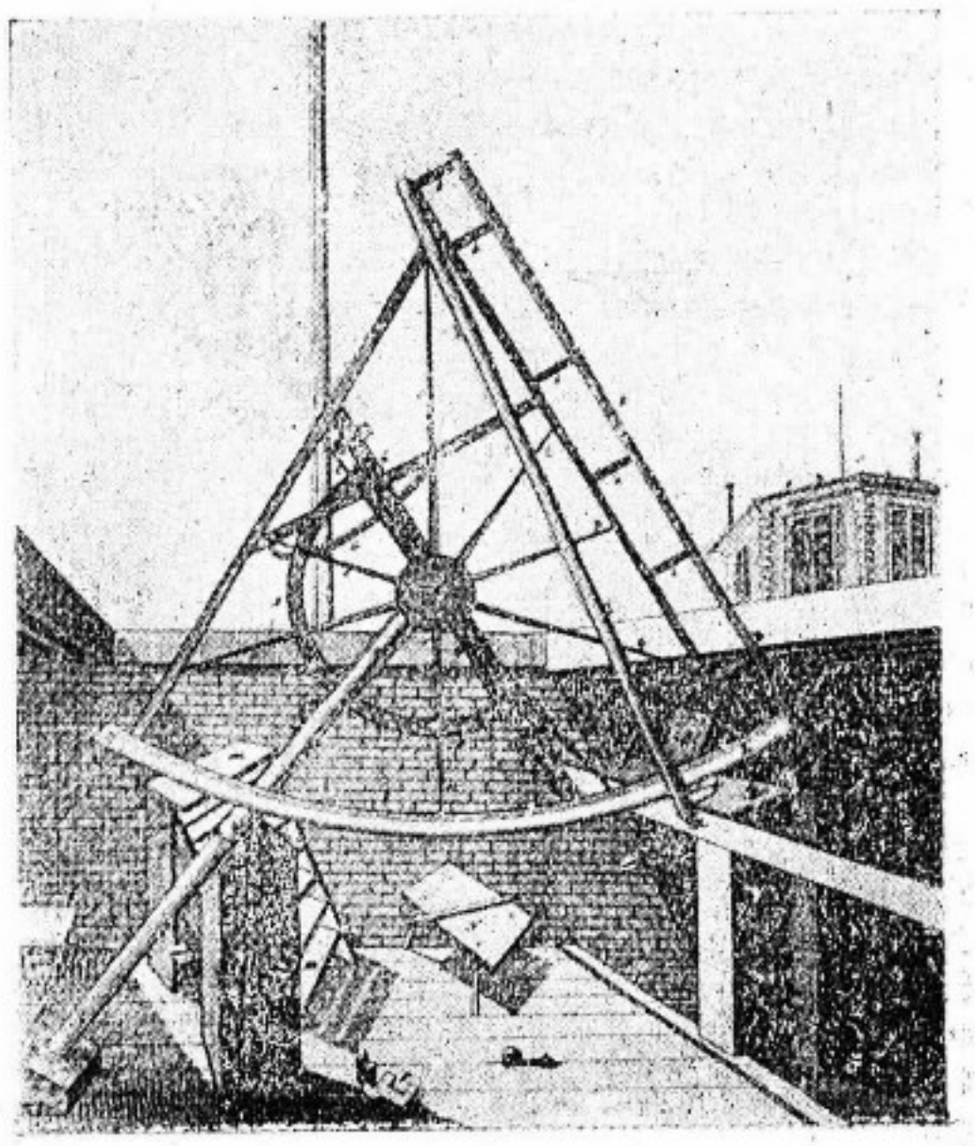


Fig. 6. — Sextant de Flamsteed.

Mais le nom de Halley est inséparablement associé à une comète. Newton avait montré que les comètes sont des corps qui se meuvent autour du Soleil dans des orbites paraboliques ou même elliptiques. Halley avait observé la comète de 1682 ; il calcula son orbite, quoiqu'il ne l'eût suivie que pendant une petite portion de sa course. Il trouva qu'une comète, vue par Kepler en 1607, avait parcouru le même trajet, ainsi qu'une autre observée par Appian en 1531. Il remarqua que la comète était réapparue en 75

Fig. 7. — Halley, Astronome Royal de 1719 à 1742.

ans moins 45 jours, dans un cas, en 76 ans plus 62 jours dans l'autre. Il dit hardiment que ces différences pouvaient bien être dues aux attractions des planètes, et prédit un retour de la comète pour les environs de 1758. En 1757 l'illustre astronome Clairaut étudia le mouvement de la comète, et trouva que son retour était retardé de 100 jours par Saturne et de 518 jours par Jupiter. Clairaut annonça les résultats de ses longs calculs à l'Académie des Sciences en novembre 1758, prédisant le retour à la position la plus proche du Soleil pour le 13 avril 1759. La comète apparut 22 jours avant l'époque prédite. La comète réapparut en 1837 et en 1910. Les calculs montrent qu'elle est une de celles qui étaient visibles aux temps de la bataille d'Hastings. Elle est figurée sur la Tapisserie de Bayeux.

Dans un autre ordre de travaux, Halley introduisit l'usage de l'instrument, de passage (fig. 8) et un quadrant méridien pour les hauteurs des étoiles. Les observations dans le méridien furent ainsi substituées aux travaux extraméridiens des astronomes qui l'avaient précédé.

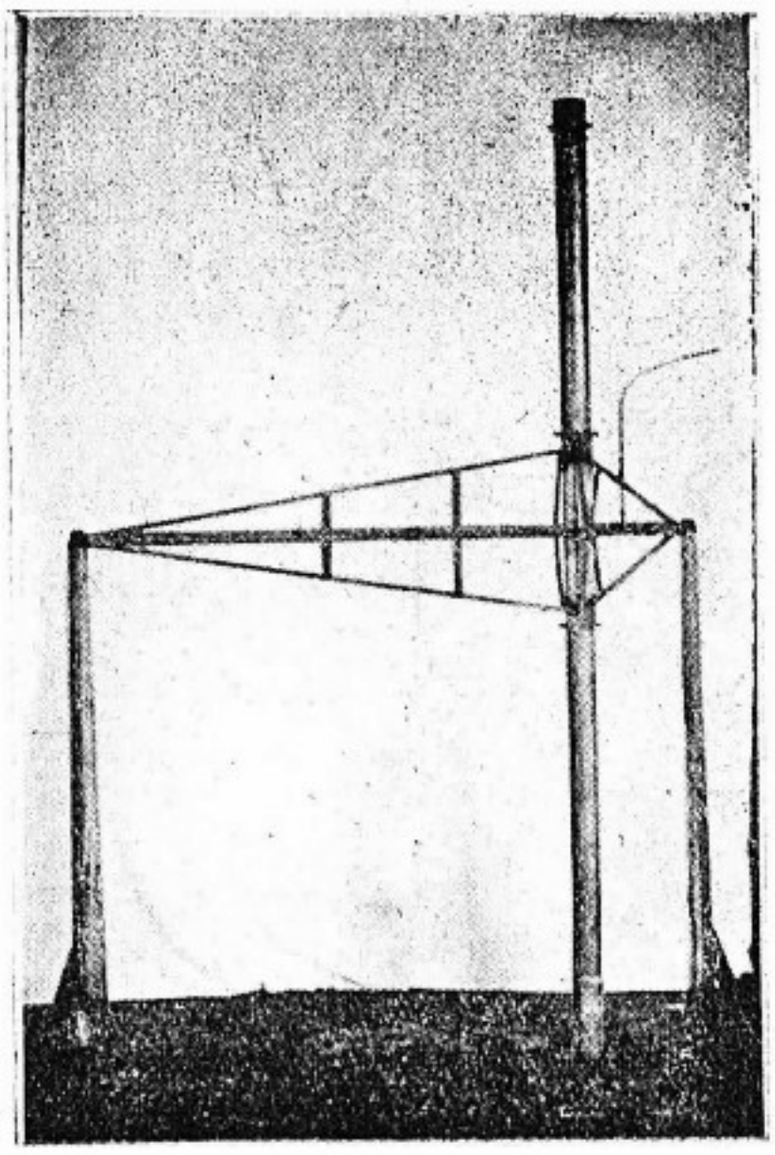


Fig. 8. — Instrument des passages de Halley.

Nous arrivons maintenant à Bradley (fig. 9) qui vint à Greenwich en 1742. Il était déjà fameux, par sa découverte de l'aberration et de la nutation. Il avait essayé de mesurer la distance de l'étoile γ du Dragon, et s'était attendu à trouver un changement de position de l'étoile obéissant aux changements de position de la Terre dans son mouvement autour du Soleil. Il trouva quelque chose de tout différent que je vais essayer d'expliquer par une comparaison avec la manière dont nous tenons notre parapluie quand il pleut et que la pluie tombe verticalement (fig. 10).

Si nous restons immobiles, nous tenons notre parapluie droit au-dessus de nous. Si nous avançons les gouttes de pluie paraissent venir vers nous, mouillent surtout notre poitrine, et nous penchons notre parapluie vers l'avant. Si nous changeons de direction, les gouttes paraissent aussi changer de direction, nous continuons à pencher notre parapluie vers l'avant.

La même chose se produit, par suite du mouvement de la terre avec la lumière venant d'une étoile. La vitesse de la lumière est de 300.000 kilomètres par seconde, celle de la Terre de 30 kilomètres. Par suite de ces deux vitesses, ana-

logues à la vitesse de chute des gouttes de pluie et à la vitesse de marche du promeneur, nous

Fig. 9. — Bradley, Astronome Royal de 1742 à 1762.

sommes obligés d'incliner nos lunettes sur la vraie direction de l'astre. Bradley ne connaissait pas ces faits, mais il trouva que l'étoile

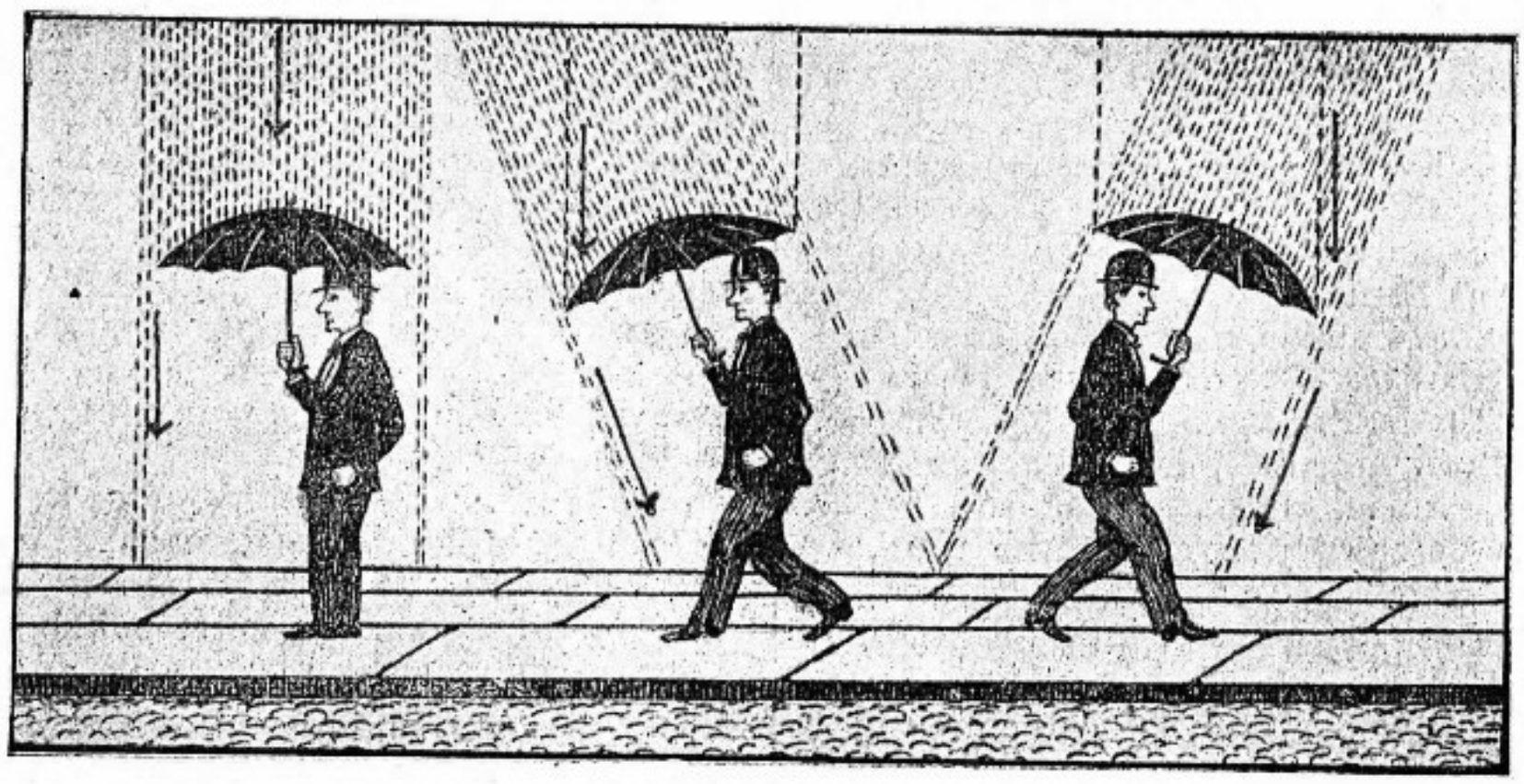


Fig 10. — Aberration.

oscille de 20'' autour de sa position moyenne ; il donna l'explication de ce phénomène et il conclut que la lumière se meut 10.000 fois plus vite que la Terre dans son déplacement autour du Soleil.

L'appareil, avec lesquels il fit cette découverte était très grossier, et nous ne l'estimerions guère aujourd'hui. Mais, entre les mains d'un grand astronome, il fit merveille. Avec le même instrument Bradley découvrit aussi la nutation de l'axe de la Terre, petite oscillation d'une période de 18 ans et demi, et trouva, par ses observations, que son amplitude était de 9'' ; Laplace obtint, par des calculs théoriques, 9''4.

Bradley déterminait les hauteurs des astres avec de grands quadrants. Il pointait la lunette sur une étoile, lisait la division de la graduation correspondant à la position de la lunette et employait le fil à plomb pour fixer la division correspondant à la verticale. La figure 11 montre son instrument des passages. On voit quel progrès il marque sur les premiers instruments de Halley. Il est monté sur des pivots fixés à l'est et à l'ouest et pointe toujours dans le méridien. De bonnes horloges existaient alors, à la disposition des astronomes. L'observation consistait à noter l'heure exacte à laquelle une étoile passait dans l'axe de l'instrument.

Les efforts de Bradley eurent pour résultat un catalogue donnant les positions de 3.000 étoiles pour l'époque de 1755. La précision obtenue était bien supérieure à celle de ses prédécesseurs et les astronomes ont encore recours au catalogue de Bradley pour rechercher comment les étoiles se meuvent les unes par rapport aux autres.

Le successeur de Bradley fut Maskelyne (fig. 12) qui dirigea Greenwich de 1764 à 1811. Son œuvre la plus fameuse fut sa détermination de la masse de la Terre.

Par les observations d'étoiles dans deux sta-

tions au nord et au sud d'une montagne d'Ecosse, il put trouver de combien le fil à plomb était dévié vers la montagne. Il compara ainsi l'attraction de la montagne avec l'attraction de la Terre. Il trouva que la densité moyenne de la Terre vaut 5 fois et demie celle

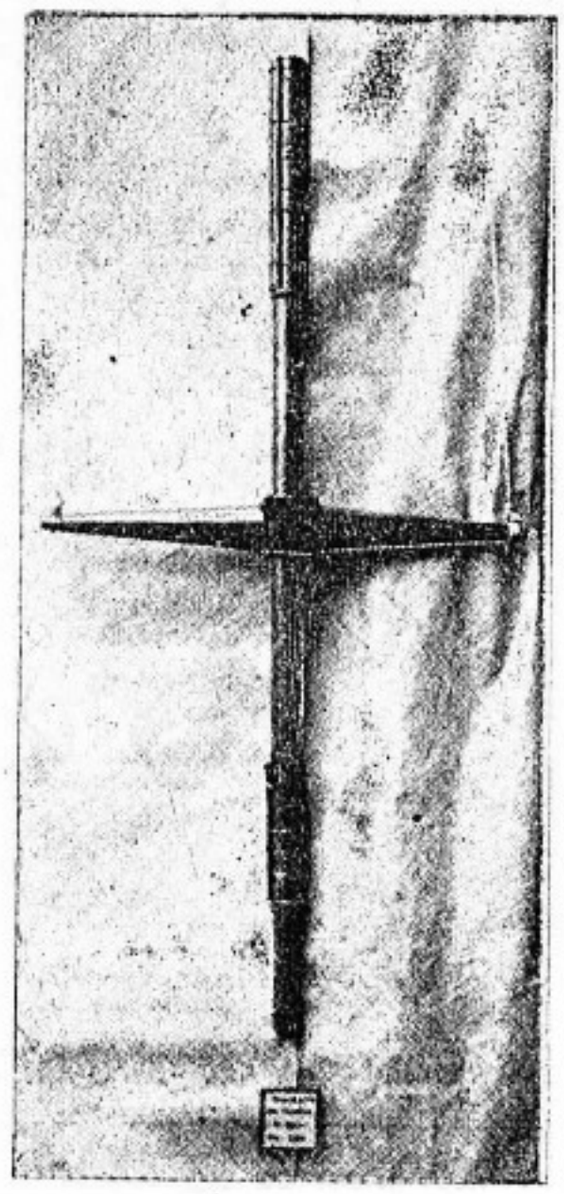


Fig. 11. — Instrument des passages de Bradley.

de l'eau. Les roches superficielles ont des densités de 2 à 3 fois. Plus on s'enfonce, plus les roches sont denses. Peut-être le noyau est-il de fer ; mais ce n'est là qu'une hypothèse. Maskelyne continua la tâche de ses précédesseurs dans des observations méridiennes du soleil, de la lune et des étoiles. Il fit ce qu'il put pour faciliter aux navigateurs l'usage des observations astronomiques. Le marin n'est pas, d'habitude, un mathématicien, et il est nécessaire de lui rendre les calculs aussi aisés que possible, et d'économiser son temps. Le besoin d'un almanach pour les marins fut d'abord réalisé par Maraldi en France, qui publia le premier volume de la *Connaissance des Temps* en 1758. En 1763 Maskelyne fit paraître le *British Mariners' Guide*, et, en 1767, le *British Nautical Almanac* commença à paraître. La *Connaissance des Temps* et le *Nautical Almanac* existent toujours. Il y a eu une coopération amicale entre les deux publications et, en 1911, dans une conférence tenue à Paris, les directeurs des Ephémérides nationales s'entendirent pour se partager leur travail de manière qu'il n'y ait pas de doubles emplois. Tout récemment de nouveaux directeurs sont entrés en fonctions ; j'offre à M. Fayet, le nouveau directeur de la *Connaissance des Temps*, et à M. Comrie, le nouveau directeur du *Nautical Almanac*, mes meilleurs souhaits.

A cette époque, les astronomes avaient réussi à dresser des tables de la Lune pouvant réellement aider les navigateurs à déterminer la longitude. Mais les observations demandaient une grande précision, les calculs étaient difficiles, et la question se posait de construire une machine qui pourrait transporter les heures de Paris ou de Greenwich avec une précision suffisante pour les besoins de la navigation. A Paris, Le Roy et Berthoud rivalisaient pour perfectionner le

Fig. 12. — Mastrelyne, Astronome royal de 1764 à 1811.

chronomètre de marine. Dans un ouvrage anglais sur le chronomètre de marine, M. Gould appelle sans hésitation Le Roy, le père du chronomètre de marine, et le considère comme un génie ayant attaqué ce problème d'une manière tout à fait scientifique. En Angleterre, le Board of Longitude, au nom du Gouvernement, avait offert un prix de 20.000 livres sterling pour le meilleur chronomètre, ce prix fut gagné, après beaucoup d'essais et de délais irritants, par John Harrison.

Harrison avait commencé sa vie comme charpentier. Son premier modèle d'horloge contenait quelques rouages en bois de gaiac. Maïs la

montre avec laquelle il gagna le prix est une œuvre exquise, qu'il avait tout d'abord conçue simplement comme un intermédiaire pour comparer les heures des observations faites sur le pont à celles de sa plus grande machine qui devait rester fixée dans une cabine du navire. Dans un voyage de six mois aux Indes, l'erreur que Maskelyne trouva au retour, fut seulement de 1 m. 5$\frac{7}{10}$ s. Ce chronomètre est un des trésors que nous conservons à Greenwich (fig. 13).

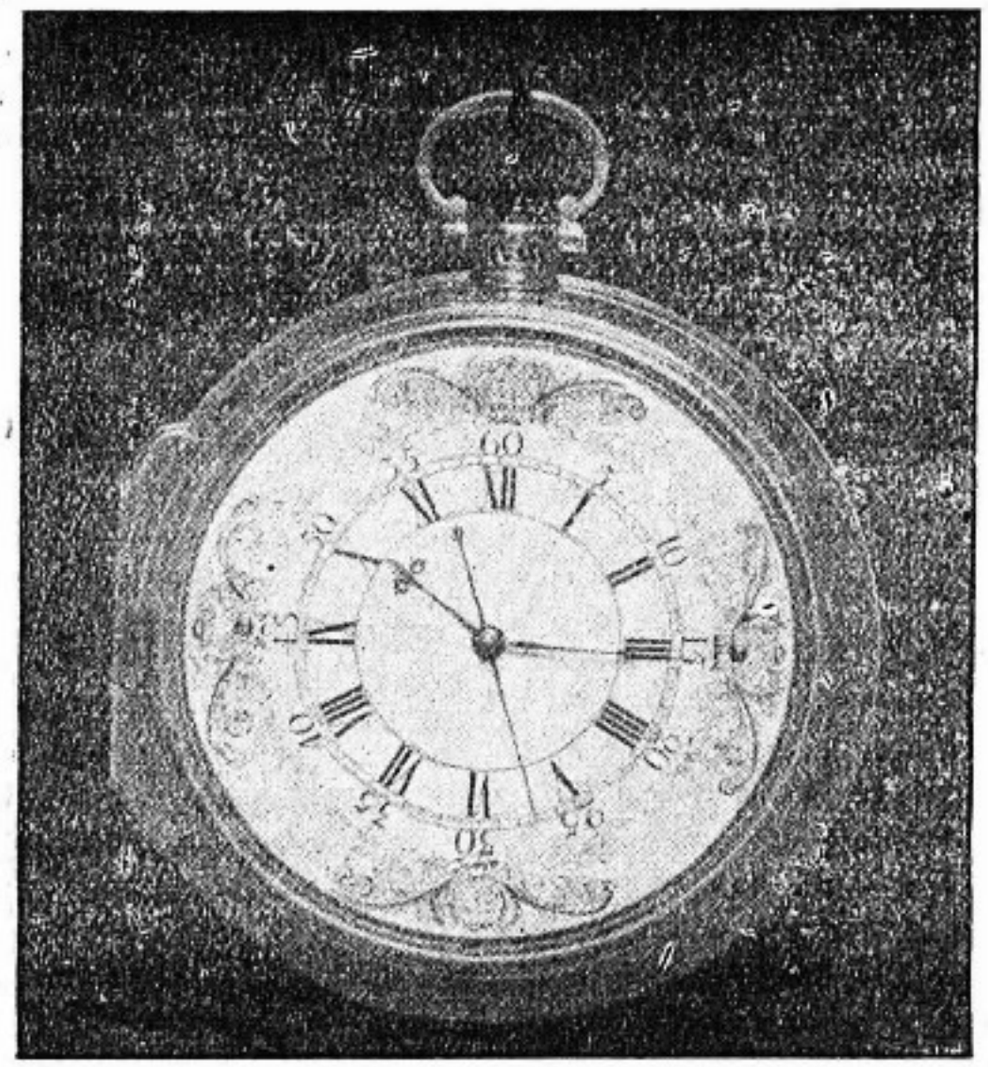


Fig. 13. -- Chronomètre d'Harrison.

Je passerai rapidement sur Pond (fig. 14) qui fut astronome royal de 1811 à 1835. C'était un bon technicien qui améliora les observations méridiennes par un meilleur instrument de passage, et par l'adoption d'un cercle complet au lieu des quadrants employés par ses prédécesseurs. Les avantages d'un cercle complet avaient déjà été signalés, longtemps auparavant, par Römer. Pond prit beaucoup de peine pour éliminer les erreurs de ses instruments, et il publia, en 1832, un catalogue de 1.112 étoiles qui rend encore de grands services aux astronomes.

Son successeur fut Airy (fig. 15), qui dirigea l'observatoire de 1835 à 1880. Airy était non seulement un homme de science éminent, mais il était aussi un très bon administrateur. Il organisa l'observatoire avec beaucoup de soins, et il imprima toujours rapidement le résultat de ses observations.

En 1851, il remplaça l'instrument des passages de Pont et son cercle mural par le cercle des passages qui combinait les deux instruments (qg. 16). Ce cercle est encore en usage, il a servi à plus d'un demi-million d'observations d'étoiles ou de planètes. Un modèle de cet ins-

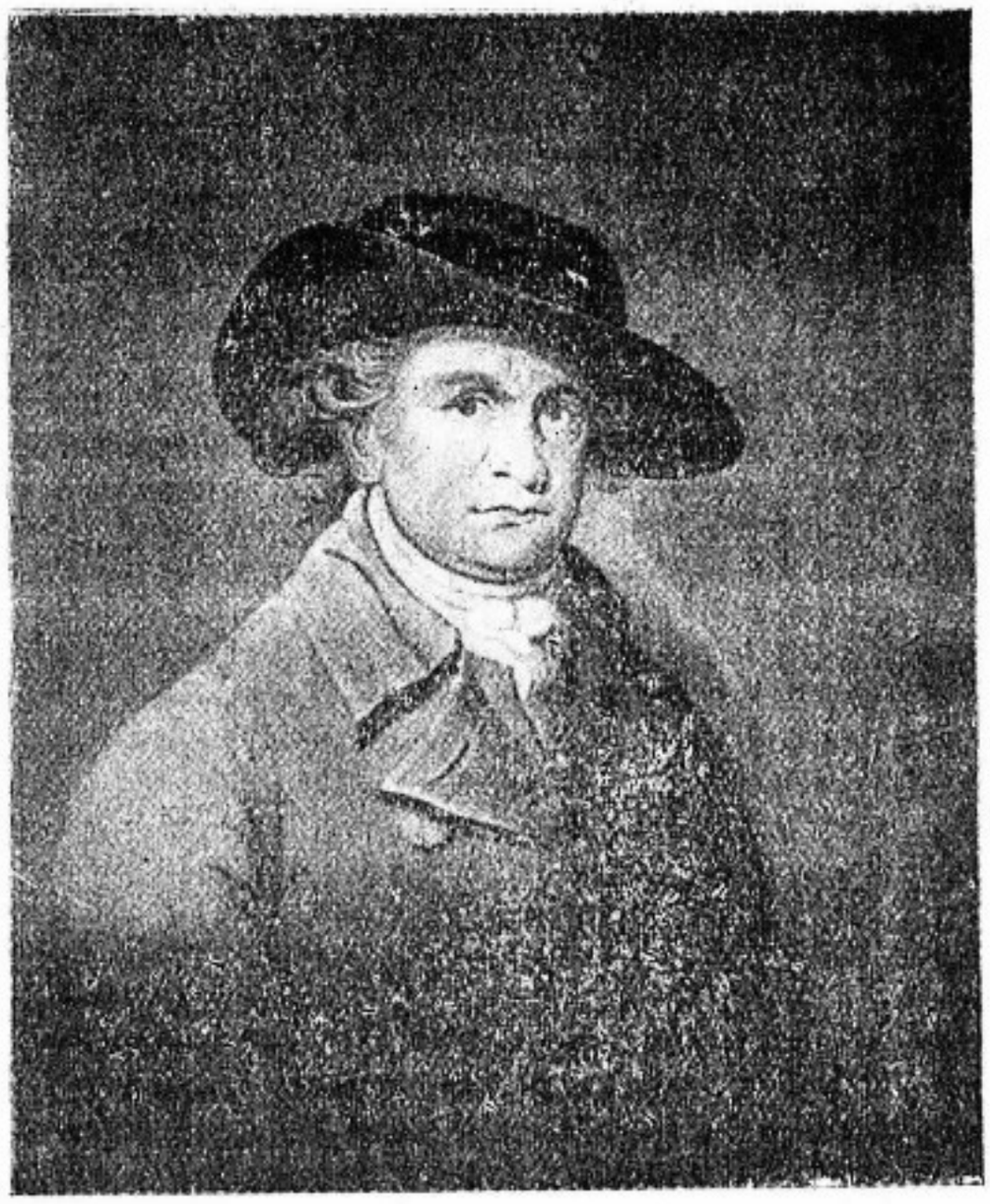


Fig. 14. — Pond, Astronome Royal de 1811 à 1835.

trument fut exposé à l'Exposition universelle de Paris, de 1857.

Plus tard, Airy obtint la construction, pour l'observatoire d'un grand équatorial (fig. 17) qui servit à des observations planétaires. Il commença des observations magnétiques régulières et installa des instruments enregistreurs. Ces dernières années, les observations magnétiques ont été transférées à Abinger, à cause des troubles causés par les tramways électriques.

Airy s'intéressait à beaucoup de branches de la science, telles que l'optique et les marées ; on lui demandait son avis sur beaucoup de questions, en particulier sur les étalons de longueur et de poids, sur les chemins de fer, sur les corrections du compas dans les navires en fer. En Grande-Bretagne, c'est à lui que l'on doit, en très grande partie, la transmission de l'heure par des signaux télégraphiques ; avec le développement des chemins de fer et des télégraphes, l'heure de Greenwich circula peu à peu à travers la Grande-Bretagne tout entière. Cette organisation existe encore, mais la distribution par télégraphie sans fil par la Broadcasting station de Londres pour la Grande-Bretagne, et par

Rugby sur les grandes ondes est beaucoup plus utile. En ceci, nous avons suivi l'exemple que la France nous a donné, et nous devons beaucoup au général Ferrié.

Les bâtiments de l'Observatoire s'accrurent considérablement à l'époque d'Airy, en har-

Fig. 15. — Airy, Astronome Royal de 1835 à 1880.

monie avec l'extension qu'il donna aux travaux (fig. 18).

A Airy succéda Christie (fig. 19), qui resta en service de 1880 à 1910. Il arriva au début de l'ère de la photographie astronomique. Il organisa la photographie régulière du Soleil et la mesure des positions et des aires des taches solaires. La photographie stellaire fut entreprise à la suite du Congrès de Paris du printemps 1887. Parmi les savants qui assistèrent à ce Congrès, il y avait quatre directeurs ou futurs directeurs de l'Observatoire de Paris : Mouchez, Tisserand, Loewy, B. Baillaud ; les astronomes anglais présents étaient Christie, Gill, Common et Knobel. Je tiens particulièrement à signaler les frères Henry, astronomes de l'Observatoire de Paris.

La conférence prit naissance à peu près de la manière suivante : en 1882, Gill avait obtenu, sur des photographies de la comète de cette année-là, un très grand nombre d'étoiles. Il fit, à ce sujet une communication à l'Académie des Sciences. Vers la même époque les frères Paul et Prosper Henry qui avaient entrepris de dres-

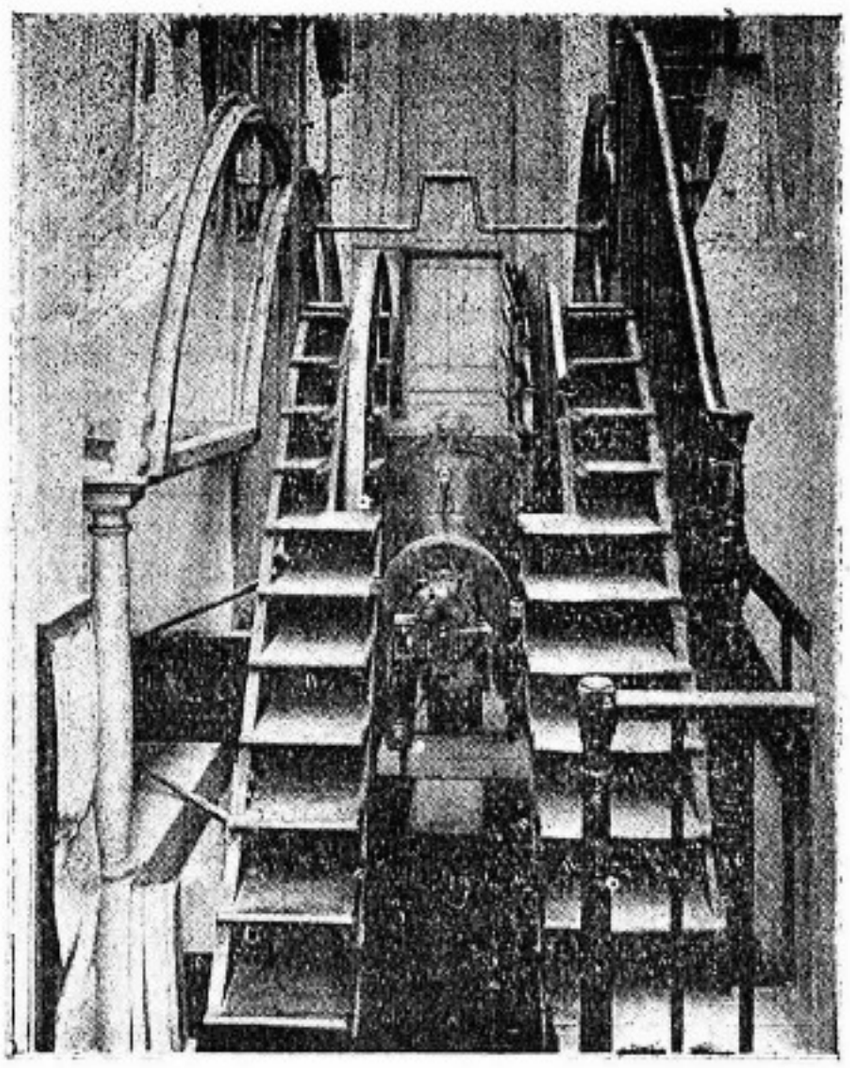


Fig. 16. — Cercle méridien d'Airy, construit par W. Simms. — Ouverture : 0 m.205, long. focale 3 m.53

ser une carte des étoiles du zodiaque se heurtaient à de très grandes difficultés en appro-

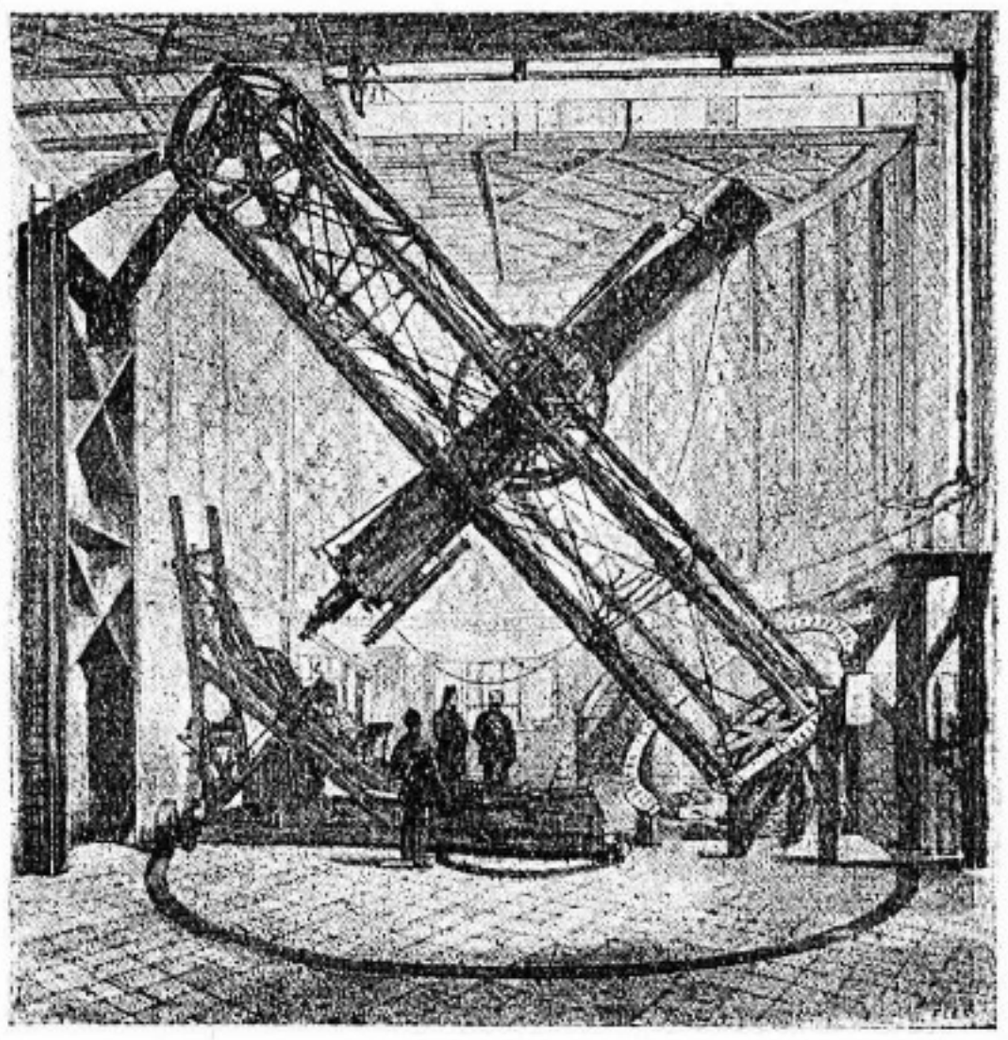


Fig. 17. — Equatorial d'Airy. Objectif de Merz : ouverture 0 m. 325, longueur focale 5 m. 44.

chant de la galaxie où les étoiles étaient très nombreuses, et pensèrent qu'il serait possible

d'en venir à bout par la photographie. Mouchez, qui avait vu les photographies de Gill, les

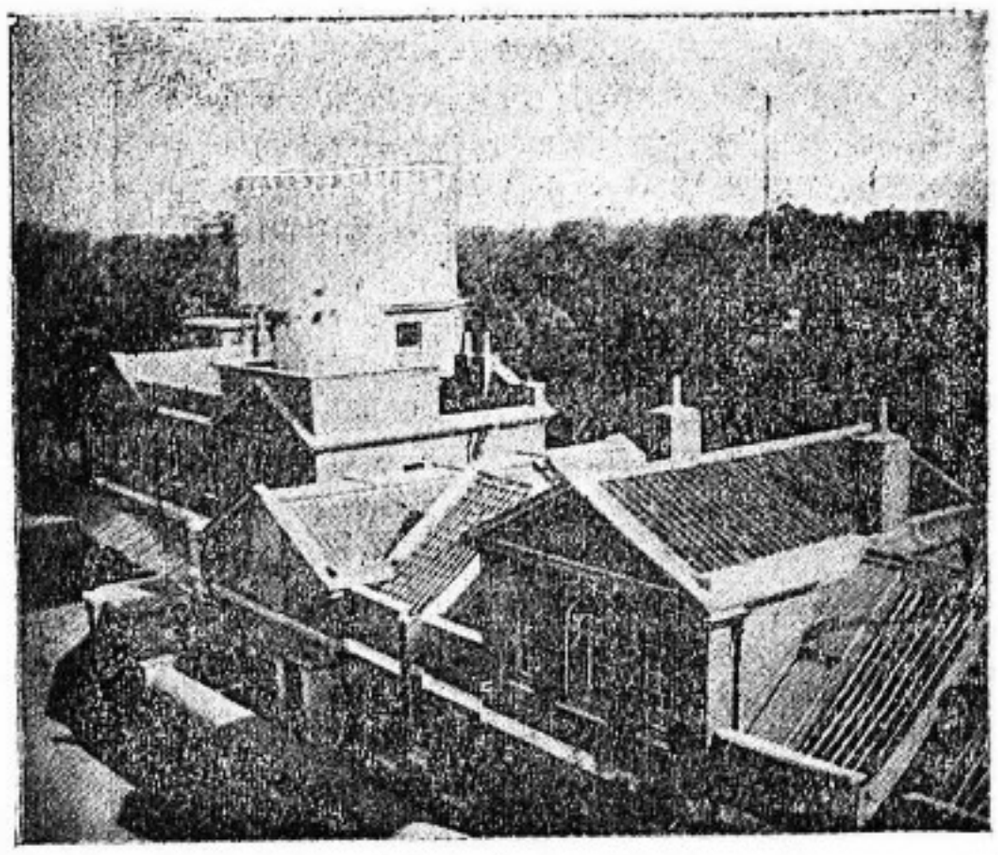


Fig. 18. — Observatoire de Greenwich au temps d'Airy.

encouragea et obtint les fonds nécessaires à la construction d'un instrument. Ces grands artis-

Fig. 19. - Christie, Astronome Royal de 1880 à 1910.

tes réussirent un objectif approprié à ce travail, objectif qui donnait des clichés excellents, jusqu'à un degré du centre.

Le Congrès décida de faire, par coopération internationale, une carte du ciel, et d'employer des lunettes semblables à celle faite par les frères Henry.

La figure 20 représente l'équatorial photographique de Greenwich. Le tube le plus gros est celui de la lunette photographique, le tube plus

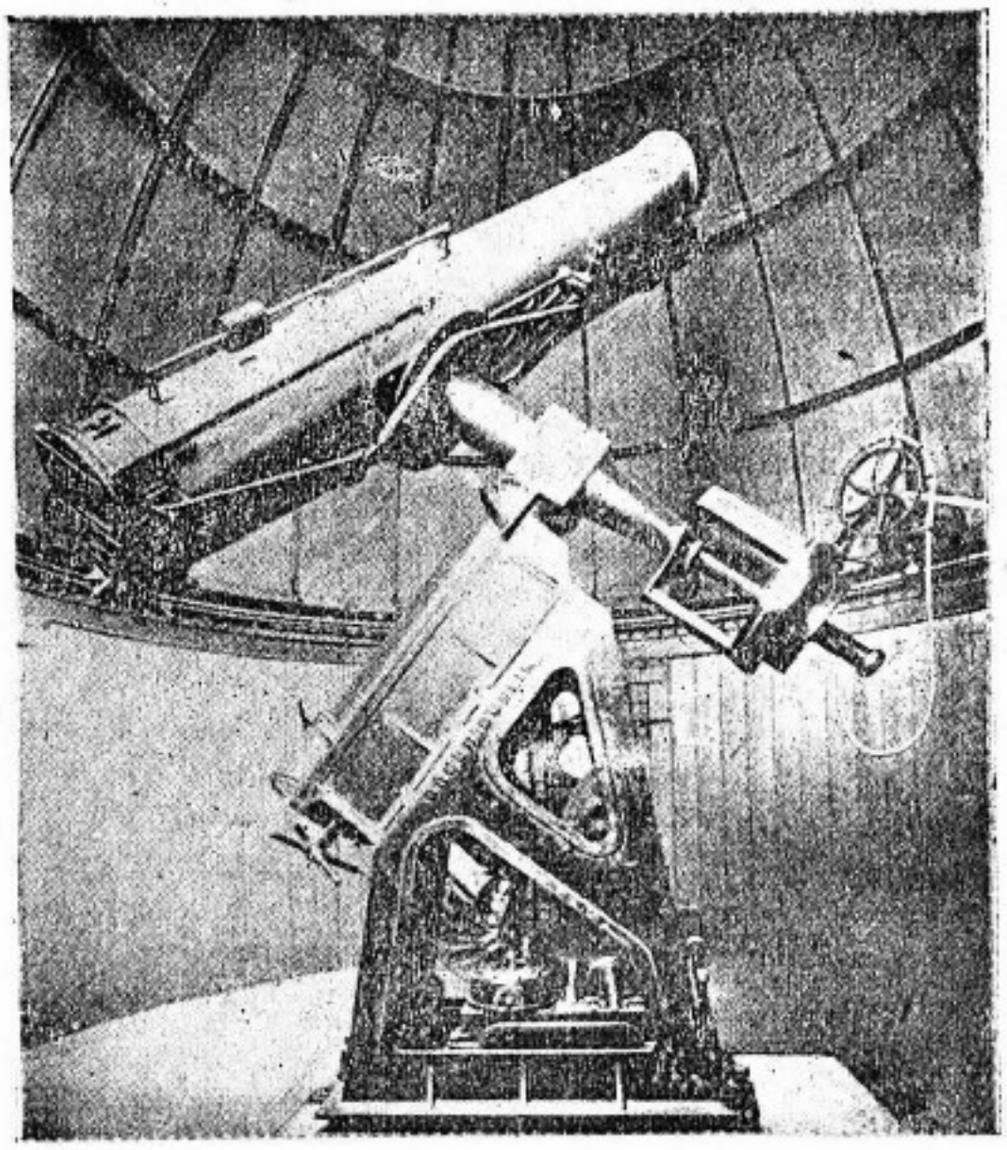


Fig. 20. — Equatorial photographique de H. Grubb pour la Carte du ciel : ouverture om. 330, long. focale 3 m 43.

étroit la lunette guide. On voit son très beau mouvement d'horlogerie. Cet instrument fut érigé en 1892.

Les observatoires français de Paris, de Bordeaux, de Toulouse et d'Alger, ainsi que les observatoires britanniques de Greenwich, d'Oxford, du Cap, d'Hyderabad et d'Australie ont pris part à ce travail utile qui a accru nos connaissances sur les positions et les mouvements des étoiles, et qui a introduit l'astronomie photographique dans beaucoup d'observatoires. Nous devons admirer les qualités d'organisateur de Mouchez, non moins que l'habileté des frères Henry.

Une occasion inattendue pour l'emploi de ces équatoriaux se présenta, en 1900. En août 1898, Witt, à Berlin, avait découvert une petite planète qui fut, par la suite, nommée Eros et qui devait passer, en novembre 1900, plus près de la Terre que tout autre corps du système planétaire. Elle était donc particulièrement désignée pour la détermination précise de la distance du

Soleil. C'était là, depuis le temps des Grecs, un problème fameux posé aux astronomes. Le pre-

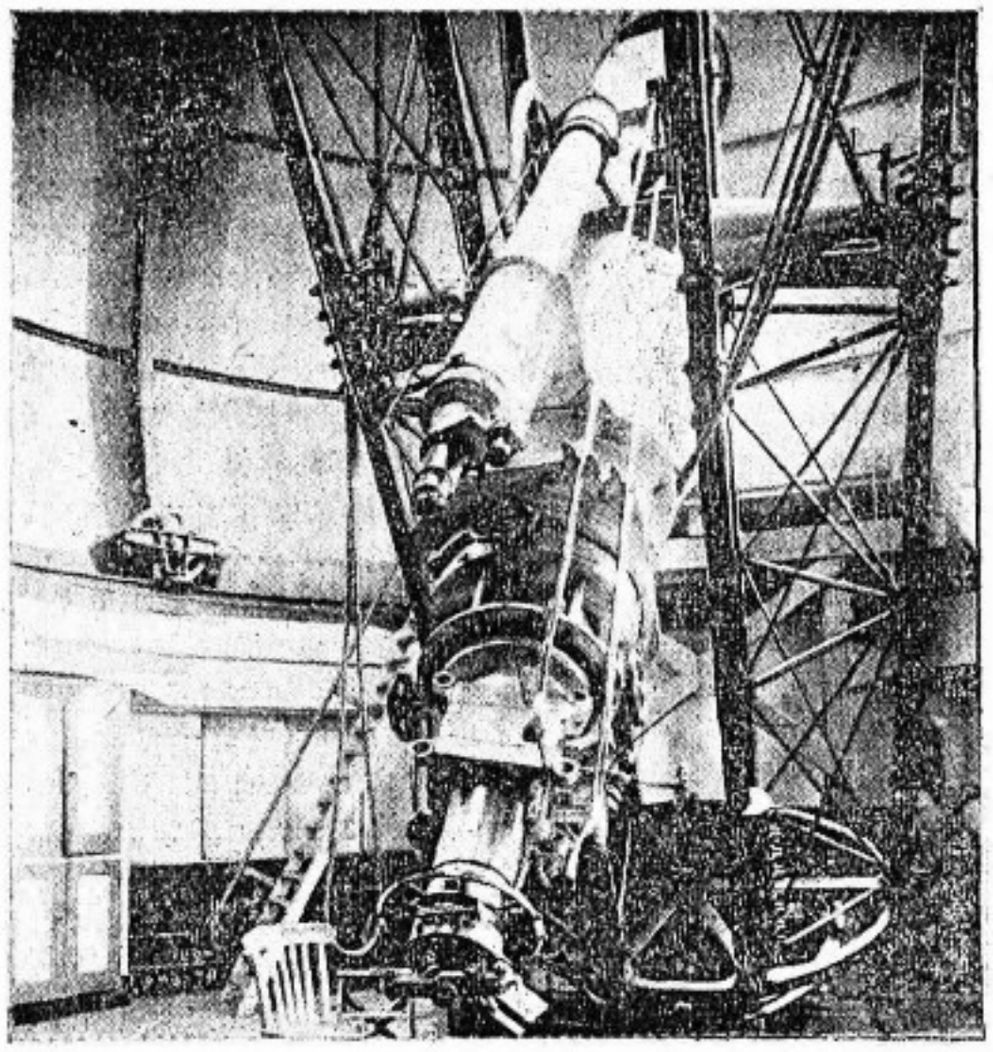


Fig. 21. — Nouveau réfracteur dans la monture d'Airy. Objectif de H. Grubb, ouverture 0 m. 710, long. focale 8 m 48.

mier résultat de valeur avait été obtenu en 1672 à la suite d'une expédition célèbre que Cassini

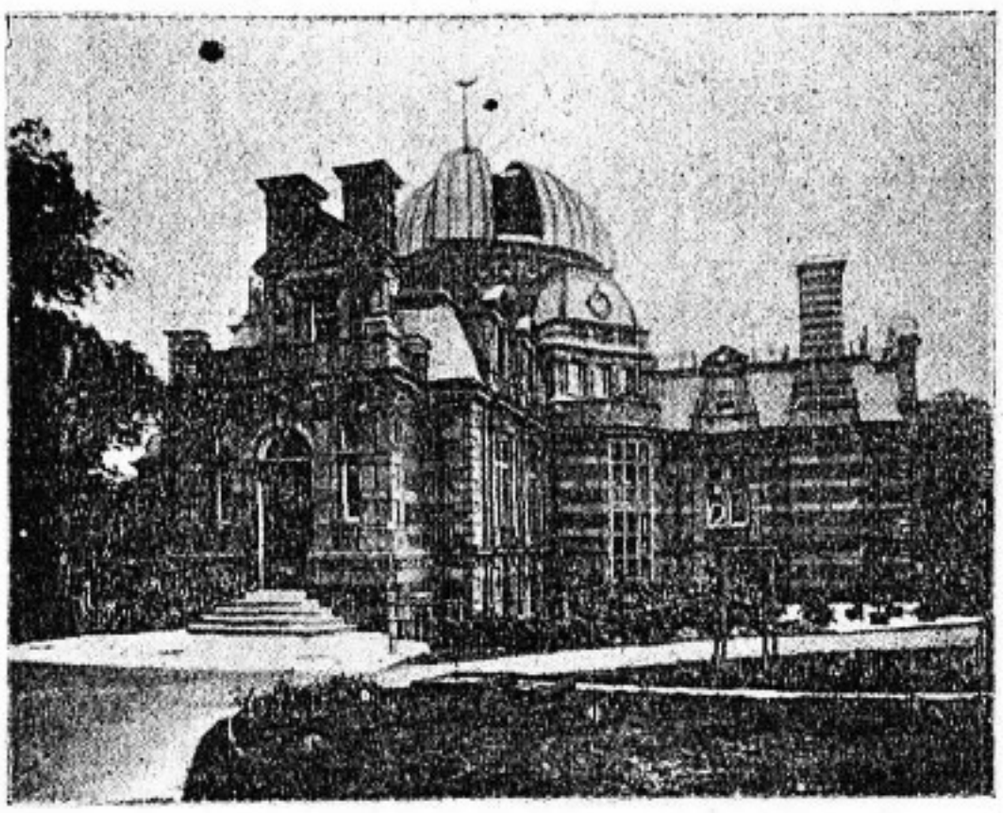


Fig. 22. — Nouveau bâtiment édifié par Christie pour le télescope Thompson.

avait envoyée à Cayenne dans l'Amérique du Sud ; Richer observait Mars à Cayenne, en même temps que Cassini l'observait à Paris. Depuis cette époque, beaucoup d'autres déterminations ont été faites, mais la meilleure, à mon avis, a été la détermination faite lorsque Eros s'est approchée très près de la Terre en 1900. Un grand nombre d'observatoires y prirent part, et

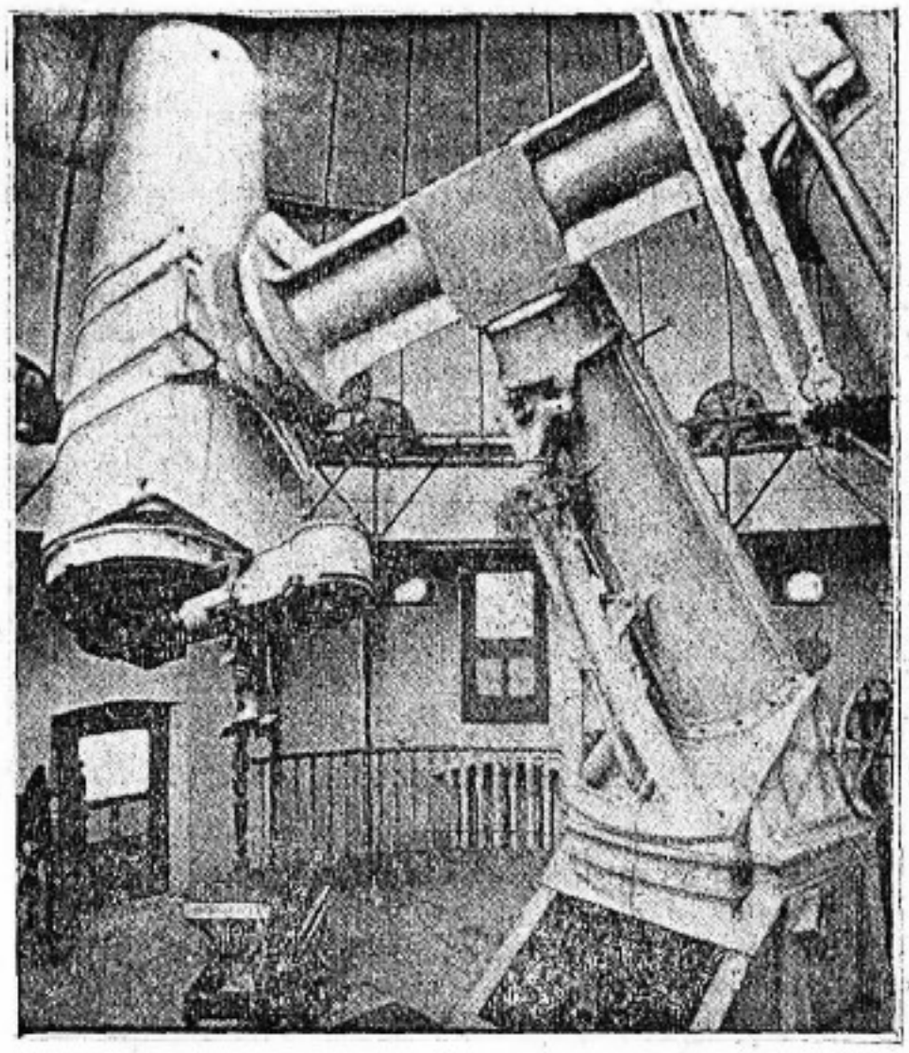


Fig. 23. — Télescope Thompson. — Réflecteur de Common, ouverture 0 m. 762, longueur focale 3 m. 43.

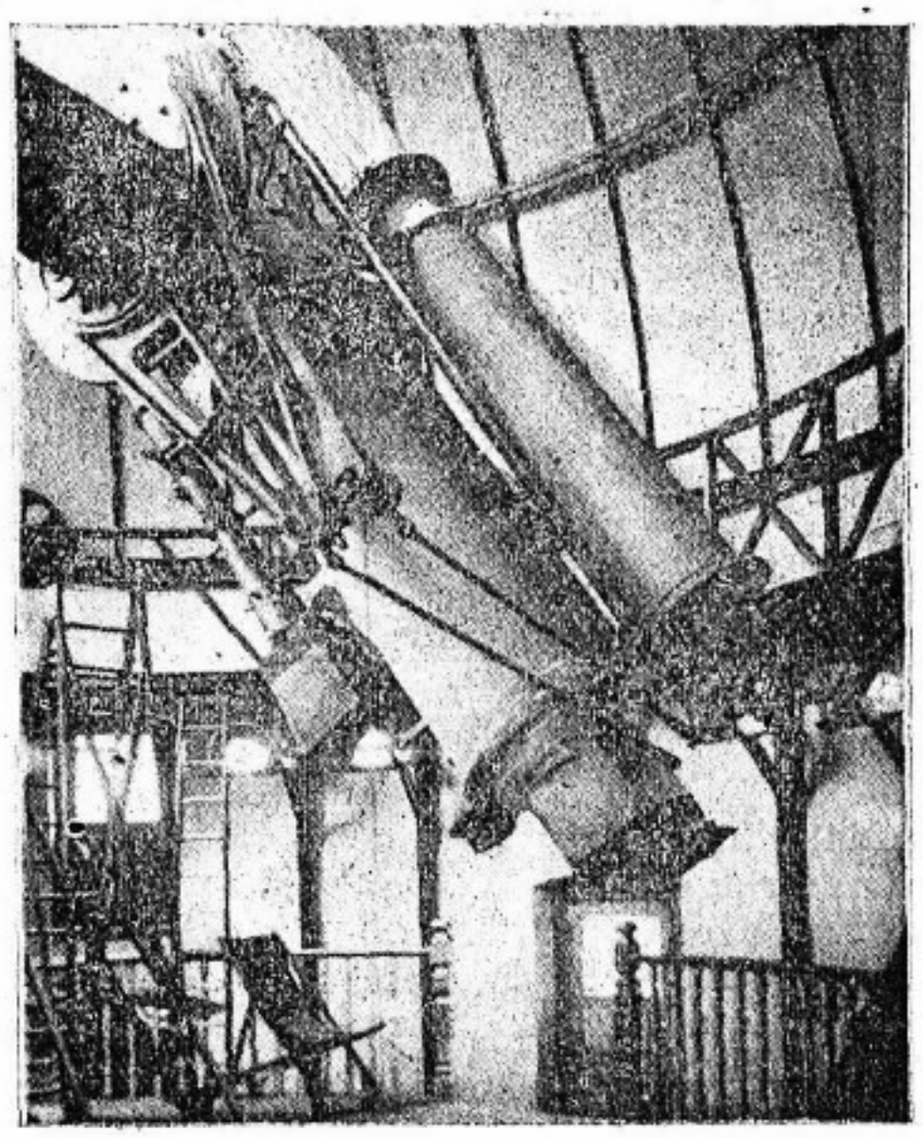


Fig. 24. — Télescope Thompson ; réfracteur photographique à miroir de H. Grubb : ouverture 0 m. 660, long. focale 6 m. 83.

nous devons beaucoup à la capacité d'organisation, et à la perspicacité scientifique de Loewy.

De nombreuses questions de détails devaient être fixées, parmi lesquelles les observations des centaines d'étoiles utilisées comme points de référence. Paris et Greenwich prirent une très

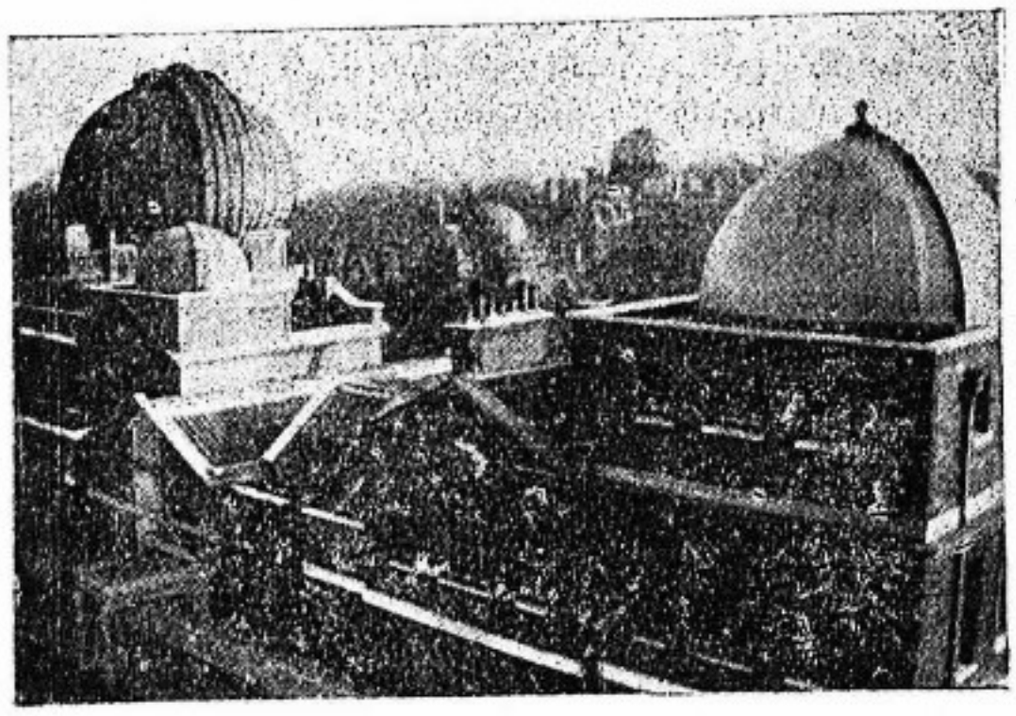


Fig. 25. — Observatoire de Greenwich à la mort de Cristie. Façade sur la cour : à gauche, nouvelle coupole sur l'équatorial d'Airy modifié. Dans l'arrière plan, bâtiment de Christie et télescope Thompson.

grande part aux observations. La discussion finale des observations et l'établissement des résultats furent l'œuvre d'un astronome anglais de Cambridge, Mr. Hinks, qui obtint la distance du Soleil avec l'exactitude d'une partie sur deux mille et la masse de la Lune avec la plus grande précision que l'on eut encore atteinte. Il arrive que, cet hiver, Eros est de nouveau près de la Terre, et les astronomes essaient de vérifier et d'améliorer les résultats de 1900.

Retournons à Christie, à Greenwich. Il se fixa l'important problème d'améliorer l'équipement instrumental de Greenwich. Il remplaça le grand équatorial de 12 pouces d'Airy par un équatorial de 28 pouces. Il le plaça sur la même monture (fig. 21). Comme la lunette était trop grande pour l'ancienne coupole, il dut établir une coupole d'une forme inusitée. Le bâtiment est plutôt étroit ; mais il tira le meilleur parti de ce qu'il était possible de faire, et de bonnes observations d'étoiles doubles ont été faites en grand nombre avec cet instrument.

Il parvint ensuite à construire un nouveau bâtiment important (fig. 22) sur lequel fut érigée une coupole pour abriter un instrument donné à l'observatoire par un chirurgien anglais, Sir Henry Thompson. Il est difficile de photographier cet instrument qui porte des deux côtés de son axe une lunette. D'un côté se trouve un télescope réflecteur (fig. 23) ; de l'autre un équatorial photographique, exactement semblable à l'équatorial de la Carte du Ciel, mais deux fois plus grand (fig. 24).

Les deux photographies suivantes montrent l'Observatoire tel que Christie l'a laissé, la façade, sur la cour (fig 25), et une vue de l'Observatoire, prise la nuit (fig. 26), montrant les vieux bâtiments de Flamsteed, le dôme de Christie, et les lumières des docks, sur la Tamise.

De l'œuvre actuelle de l'Observatoire, que j'ai eu l'honneur de diriger depuis 1910, je dirai seulement que les longues traditions de l'Observatoire dans les observations régulières du soleil, de la lune et des étoiles, ont été continuées. Un nouveau travail a été entrepris, portant sur la mesure des distances de 450 étoiles, et nous venons de nous engager dans la tâche très intéressante, mais délicate, de mesurer les températures des étoiles.

Fig. 26. — L'Observatoire, la nuit.

En 1912, j'avais reçu une lettre de mon ami, M. Bigourdan, me suggérant d'installer un appareil récepteur de T.S.F. et de recevoir l'heure transmise par la Tour Eiffel. Ceci fut fait dès juillet, et j'ai eu l'honneur de prendre part à une conférence officieuse tenue à Paris en octobre 1912. Cette conférence fut suivie en 1913

par une conférence officielle qui, sous la direction de M. B. Baillaud, constitua l'Association internationale de l'heure. La guerre arriva l'année suivante, mais, en 1919, à Bruxelles, la « Commission de l'Heure » devint une partie de l'Union Astronomique Internationale ; le « Bureau de l'Heure » resta à Paris. Les développements de la télégraphie sans fil ont été très rapides et la distribution de signaux horaires par les stations de grande puissance a simplifié et presque révolutionné la détermination des longitudes terrestres. En cette question, le général Ferrié a pris la tête ; nous avons été très heureux, à Greenwich, de coopérer avec lui en 1926, et nous espérons le faire encore en 1933. Il est possible que nous puissions alors déceler des changements réels dans les positions de lieux terrestres. La détermination exacte des longitudes devrait, maintenant, après quelques années, vérifier ou controuver la théorie de la dérive des continents avancée par Wegener.

Fig. 27. — Sir Frank W. Dyson, Astronome royal depuis 1910.

Ce matin, mon collègue, M. Bowyer et moi, nous avons eu le plaisir d'examiner l'installation du Bureau de l'Heure, grâce à l'amabilité de MM. Esclangon et Lambert. Nous désirions examiner les appareils et voir s'il y aurait quelques dispositifs que nous pourrions adopter à Greenwich.

En exposant cette histoire de l'Observatoire de Greenwich, je voudrais avoir bien montré combien nous avons tiré profit de nos rapports avec les astronomes français, et quelles relations cordiales ont existé entre les Observatoires de Paris et de Greenwich.

LA VÉGÉTATION ACTIVE ET LE DÉVELOPPEMENT DE PLANTES VERTES AU DELA D'UNE ANNÉE EN RÉCIPIENTS HERMÉTIQUEMENT CLOS

LES APPLICATIONS

par J. BEAUVERIE
Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon

et L. TREYVE (1)

Nous avons constaté par de nombreuses expériences sur les plantes vertes les plus diverses, aériennes ou aquatiques, qu'on peut obtenir, en les enfermant avec du terreau humide, en vase rigoureusement clos, non seulement leur survie, mais leur végétation abondante et normale, ainsi que la germination de graines et le développement de la plantule, parfois jusqu'à la floraison. Et cela, pendant des mois et même, pour des

(1) Nous avons fait à ce sujet une note aux C. R. de l'Académie des Sciences, présentée par M. Molliard, séance du 3 novembre 1930.

Nous aurons à revenir dans un mémoire plus détaillé sur les travaux des auteurs dont nous ne faisons ici que donner les noms, sur le détail de nos observations, sur les modalités d'application. La publication présente et les faits qu'elle mentionne ne sauraient être d'ailleurs qu'un point de départ.

expériences en cours, depuis près de deux années.

Il y a eu dans cette voie des précurseurs : de Saussure (1804), et des physiologistes contemporains ayant effectué des recherches sur les échanges gazeux en atmosphère confinée, ils ont eu l'occasion de constater la vie prolongée d'organes ou de petites plantes dans des récipients scellés ; nous connaissons à ce sujet : Paul Becquerel (mousses), Maquenne et Demoussy (leurs observations complétées par MM. Dangeard) et surtout M. Molliard. Ils se sont placés d'ailleurs dans des conditions différentes des nôtres. MM. Jahandiez ont fait des expériences restées inédites, croyons-nous. Enfin, R. H. Wallace (2) vient de publier (1928) des recherches fort importantes qui se rapprochent sans doute beaucoup des nôtres, mais qui ne sont encore arrivées à notre connaissance que par une brève analyse des *Biological Abstracts*.

Nous reviendrons sur cet historique, étant contraint dans cette note à une grande brièveté.

Contrairement aux auteurs qui opéraient dans le vide (Maquenne et Demoussy), en milieu aseptique (Molliard), avec une feuille ou une plantule — qui, dans ces conditions, survivent mais ne s'accroissent pas ou d'une façon limitée par l'addition d'un aliment déterminé : cas du radis et glucose (Molliard) — nous opérons avec du terreau non aseptique et dans des récipients dont la contenance peut atteindre plusieurs litres. Cette absence d'un déterminisme rigoureux, en nous plaçant devant la plus grande complexité des phénomènes naturels, nous a permis de reconnaître d'emblée des faits nombreux que ne nous eussent pas montrés des conditions trop spéciales d'expériences d'allure plus scientifiques. D'ailleurs, la série de faits ainsi constatés d'une façon un peu empirique doit être reprise et ces faits soumis à l'analyse de l'expérimentation.

Dans des bocaux de verre, de formes et de dimensions diverses, on place une quantité de terreau humide ou de terre de bruyère relativement importante ; on dispose les plantes : graines, plançons, plantules, etc. ; on obture hermétiquement, en scellant d'une couche aussi épaisse que possible de paraffine ; on dispose enfin les récipients de manière qu'ils reçoivent le mieux possible la lumière diffuse du jour ; c'est la condition indispensable. De cette manière, nous avons fait les observations suivantes :

a) Les graines germent s'il se trouve simultanément une plante verte ou même si elles sont seules (Bégonia) : *Begonia, Lin, Setaria* et quelques autres Graminées, *Oxalis stricta, Stellaria media*, etc. Le retard de la germination peut être considérable (2 mois pour le *Begonia*), mais, une fois commencée, la plante se développe très bien et peut remplir le bocal de ses feuilles ; les graminées ont fleuri, le Lin a donné des pousses de 7 à 8 cm. A noter que le Bégonia n'a pas germé en terreau préalablement arrosé et ne s'est bien développé que sur terreau assez sec (fait en rapport avec la xérophilie de cette plante) ; des graines de plantes aquatiques (*Potamogeton*) dans du terreau sous l'eau renfermant déjà une plante verte (*Callitriche*) ont germé et la plante a rempli le bocal de ses feuilles ;

b) Des spores de fougères peuvent germer et développer leur prothalle ; des plantules ou boutures de 3 ou 4 cm. de hauteur arrivent à donner dans de grands bocaux, ayant jusqu'à 40 centimètres de hauteur sur 20 cent. de diamètre, des plantes qui les remplissent de leurs rameaux et feuillages parfaitement normaux : *Begonia*, Tomate, Pyrèthre, *Aegopodium* (hort.), *Tradescantia virginica, Achyranthes, Primula grandiflora*, Cyclamen, Sélaginelle ; d'autres ont végété sans autant de vigueur : *Adiantum capillus-veneris*, If et Epicea (ont donné des pousses); survie relativement courte de *Lunularia ;*

c) Le géranium-lierre, l'*Anthericum*, la Calendula, se sont conservés quelques semaines ou quelques mois et ont péri. Les plantes grasses supportent mal ce traitement : *Gasteria, Sempervivum, Echeveria, Sedum, Serpentine*, il apparaît ainsi que l'excès d'humidité du terreau est contraire à des plantes plus ou moins xérophiles (cas aussi du Begonia ci-dessus), il fallait s'y attendre. Le *Phyllocactus* nous a montré une exception remarquable ; c'est le plus ancien cas de survie que nous ayons actuellement (près de deux ans), la plante émet de nombreuses racines adventives et ses pousses de croissance se contournent et se tordent dans le vase, faute de place ; dans une expérience plus récente (plus de 6 mois), une lame de *Phyllocactus* de 17 cm. de long sur 2,5 de large, ayant été bouturée sur terreau dans un long tube (0,50 m.), clos suivant la méthode ordinaire, nous a donné actuellement une pousse presque cylindrique de 5 à 6 cm. de diamètre, atteignant 32 cm. de hauteur ;

d) Les plantes aquatiques paraissent s'accommoder peut-être mieux encore que les plantes terrestres d'une atmosphère rigoureusement confinée, (*Potamogeton, Nymphea*, etc.) ;

e) Nous avons observé des floraisons : Graminées, *Primula grandiflora, Stellaria media*, etc. Nous ne pouvons dire encore si la fructification est possible ; cela ne paraît pas probable ; un pied de Sélaginelle développé avec une admirable vigueur en vase clos ne portait pas d'épis fructifères alors que le témoin en avait formé.

(2) Wallace, R. H. *Long time experiments with plants in close containers*. Bull. Torrey Bot. Club, 55 (1928), n° 6, p. 305-314, pl. I, fig. 1.

f) Des plantes enfermées, déjà fleuries, voient leur floraison persister un temps bien plus long que chez le témoin : *Primula grandiflora* a fleuri pendant deux mois ; le cyclamen reste en fleur 20 jours de plus que le témoin ;

g) De petits animaux, enfermés en même temps que les plantes vertes : Planorbes et autres petits mollusques, alevins de poissons, petits crustacés, têtards, etc., peuvent vivre plusieurs jours (10 jours pour les alevins) ; leur taille ne s'accroît pas, les têtards sont manifestement anormaux ; mais, après 12 mois de vie confinée, les Planorbes vivent encore et ont produit des générations ;

h) Pour les plantes vertes, la durée extrême de végétation normale ne peut être déterminée, nos expériences étant en cours, mais nous avons des expériences favorables datant de six mois à un an ; notre *Phyllocactus* a été enfermé en janvier 1929, soit depuis près de 2 ans ; il va sans dire que cette survie extraordinaire est pourtant limitée et dépend notamment de la nature spécifique des plantes, des dimensions du récipient, de la composition et de l'abondance du terreau et, tout d'abord, de sa teneur en eau, etc. ;

i) L'association dans le même récipient de plantes différentes peut amener des phénomènes de suppléance, l'une servant en quelque sorte de nourricière (au point de vue des échanges gazeux) vis-à-vis de l'autre ;

j) Le terreau se couvre de végétation, de mousses (1) (une espèce se couvre de propagules aériens) et d'algues ;

k) Il se produit dans les récipients des variations de pression interne que l'on constate dans les cas où un manomètre à mercure leur est adapté ; certains bocaux « avalent leur mercure » ; la dépression nocturne peut entraîner au début de l'expérience la rupture du couvercle de verre. Nous nous proposons de déterminer exactement la marche de ce phénomène.

L'explication de cette survie des plantes en vase clos a été donnée, après de Saussure, par Maquenne, par Molliard, par Wallace ; il s'agit du balancement, de l'équilibre, qui s'établit entre la respiration et la fonction chlorophyllienne : par la respiration la plante émet jour et nuit du gaz carbonique, mais celui-ci est repris le jour, à la lumière solaire, grâce à la fonction chlorophyllienne ; l'oxygène est soumis à un cycle analogue : émis du fait de la fonction chlorophyllienne, il est repris par la respiration ; l'eau perdue par la transpiration finit par être récupérée à la suite de sa condensation sur les parois du vase, d'où elle coule sur le terreau où les radicelles la puisent à nouveau ; il arrive d'ailleurs que, dans ces conditions, la plante émet des racines aériennes adventives qui vont puiser à même sur les parois du vase l'eau de condensation (Tomate, Sélaginelle). Ces phénomènes aboutissent à un état d'équilibre capable de se maintenir extrêmement longtemps. Dans nos expériences, il y a plus : la plante s'accroît et souvent d'une façon très considérable, puisque des boutures de 5 à 10 cm. de long de Tomate ou de Tradescantia arrivent à remplir de leur végétation normale un bocal de 0,50 m.; l'accroissement du poids de substance sèche est évident et on ne saurait invoquer le simple bénéfice de l'utilisation des réserves. Il faut donc trouver l'explication des sources complémentaires des divers éléments qui ont permis cet accroissement de la substance primitive du végétal. Elles se trouvent évidemment dans le terreau. Il ressort d'un important travail de M. Molliard (1) que le terreau, même stérilisé, dégage du gaz carbonique, par simple oxydation, il en peut libérer plus encore lorsqu'il est soumis aux fermentations microbiennes ; le terreau apporte aussi le supplément d'eau qui reste fixé dans la plante ; il fournit vraisemblablement de l'oxygène par réduction de ses sels ou oxydes ; il apporte enfin la faible quantité de sels minéraux nécessaires.

L'humus ne saurait être une source de carbonne organique pour la plante verte (sinon pour une part infime), il ne saurait intervenir directement ; il intervient cependant, comme nous venons de le dire, par le gaz carbonique qu'il dégage. Si l'humus stérilisé dégage CO^2 comme l'a montré Molliard, on conçoit qu'il puisse en libérer plus encore lorsqu'il est soumis à de multiples actions microbiennes.

Les application de ces faits intéressants nous paraissent nombreuses, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue pratique. Nous en poursuivons l'étude.

Les problèmes de physiologie soulevés sont multiples et il s'ouvre un vaste champ d'étude. Au point de vue pratique, signalons les applications suivantes : possibilité de transport de plantes vivantes des pays les plus éloignés, même avec de longues traversées, sans besoin d'arrosage, ni de personnel spécialisé, l'exposition à la lumière diurne étant seule requise ; possibilité de conserver longtemps les plantes vertes et les plantes fleuries sans soins particuliers tel que l'arrosage qui salit ou détériore, sans qu'il y ait à se préoccuper de l'état hygrométrique ou

(1) Postérieurement à notre note à l'Académie des Sciences, M. le Professeur Becquerel nous a rappelé qu'il avait conservé des protonémas et Mousses en bon état de végétation, dans des tubes scellés, de 1904 à 1914.

(1) Molliard. L'humus considéré comme source de carbone pour les plantes vertes. *Rev. Gén. de Bot.*, 37-1.16 (1915).

des émanations d'un laboratoire ou d'un appartement ; si l'art du verrier et la fantaisie de la mode voulaient s'en mêler, on verrait se réaliser de nouveaux dispositifs de décoration florale pour nos intérieurs ; on peut envisager pour le commerce horticole la possibilité — en créant des aménagements *ad hoc* dont le dispositif est à étudier — de retarder ou de prolonger la floraison de la plante au-delà de l'époque de grande abondance de la floraison normale pour ne la délivrer qu'au moment opportun où elle devient plus rare ; la question de l'aération des serres peut être remise en cause.

Les naturalistes floristes ou cytologistes ou physiologistes trouveront dans cette méthode le moyen d'avoir toujours sous la main le matériel *vivant* au moment qui leur conviendra, qu'il s'agisse de Phanérogames ou de Cryptogames chlorophylliens (Algues, plankton, etc...)

Nous n'avons pu donner ici les détails que comportent les faits relatés, nous le ferons ailleurs et continuerons ces recherches tant au point de vue scientifiqe qu'à celui de leurs appliations.

Laboratoire de Botanique
de la Faculté des Sciences de Lyon.

LA MARINE MARCHANDE D'APRÈS-GUERRE
LES NAVIRES A MOTEUR DIESEL

par Louis BASSO
Ingénieur civil des Constructions navales

La période d'après guerre, et plus particulièrement le cours des cinq ou six dernières années, marque un moment tout à fait remarquable de l'évolution générale de la technique navale. L'attention du grand public ne se trouve plus exclusivement concentrée sur les conceptions nouvelles du navire de guerre : croiseur *Washington*, destroyer à 40 nœuds, cuirassé allemand de 10.000 tonnes. La marine marchande,dont la physionomic d'ensemble est nécessairement plus stable, a vu pareillement son matériel s'enrichir de bâtiments de types nouveaux, développant et généralisant des innovations jugées auparavant audacieuses ou aléatoires et demeurées, par suite, sans grande portée pratique.

Cette transformation, dont l'équivalent ne se retrouverait qu'à l'époque de la mise au point de la machine à vapeur marine, n'affecte pas seulement les grandes unités rapides, les paquebots de luxe, champions des matchs transocéaniques. Fait absolument nouveau, les navires répondant aux destinations les plus courantes, l'humble cargoboat tout le premier, ont cessé de paraître indignes de la sollicitude du théoricien, sans cesse plus attentif à faire bénéficier le rendement de l'outillage commercial des progrès réalisés dans les voies les plus diverses de la recherche scientifique.

L'événement capital qui domine toute cette renaissance, est l'adaptation théorique et pratique aux besoins de la navigation du moteur à combustion interne, avec le succès pour ainsi comment, à la suite d'un travail d'adaptation dire instantané qui lui a assuré une progression triomphale.

Le Diesel, grâce aux facultés sans précédent qu'il assure aux armateurs, a créé des catégories de navires de types nouveaux et permis d'organiser des services à peu près impraticables à la navigation à vapeur.

L'introduction du Diesel marin a eu, d'ailleurs, une autre série de conséquences, qui dépassent encore les précédentes et qui sont plutôt d'ordre moral ou, si l'on préfère, psychologique. En dépit de tous ses perfectionnements, le moteur Diesel est un engin autrement complexe qu'une machine à vapeur et d'une conduite incontestablement moins facile. En l'installant sur les paquebots mixtes et même sur les cargos, on acceptait par là-même le principe du sacrifice de certaines économies de prix de revient et de frais d'exploitation, en faveur de l'obtention d'un rendement économique plus élevé et d'une meilleure utilisation d'ensemble. C'était là une atteinte profondé à une maxime traditionnellement en faveur dans la marine marchande, celle de la simplicité à tout prix. Le scrupule une fois écarté, un véritable saut en avant s'est trouvé accompli dans la voie du perfectionnement de l'outillage maritime, en conformité des enseignements de la science appliquée. A ce point de vue, on peut considérer, sans paradoxe, que l'influence du Diesel a rayonné sur toutes les branches de la technique des constructions navales, jusques et y compris le progrès concurrent de la machine à vapeur.

L'objet de la présente étude sera de montrer

réciproque, tendant à concilier les qualités particulières de l'instrument avec les fins économiques à satisfaire, se sont constitués les types les plus caractéristiques de navires à moteur.

*
* *

En 1921, la jauge brute totale des *motorships* lancés au cours de l'année, dans le monde entier, représentait 7,7 o/o du tonnage des navires à vapeur lancés pendant la même période. Cette proportion atteignait déjà 29,5 en 1924 ; pour s'élever à 62,8 o/o en 1927, à 80 o/o en 1928, à 84,4 o/o en 1929. Pour cette dernière année, les tonnages lancés se chiffraient respectivement à 1.270.000 tonnes pour les motorships et à 1.504.000 pour les vapeurs.

Je n'insisterai pas davantage sur des considérations de statistique ; on remarquera seulement ici que la progression saisissante dont témoignent les chiffres ci-dessus, laisse suffisamment entrevoir que le Diesel est susceptible de s'adapter aux conditions les plus générales de la navigation et qu'il peut trouver son emploi, en principe, sur tous les types de navire. Cette observation générale étant posée, il convient toutefois de considérer de plus près les différentes catégories de services, correspondant aux principaux courants du trafic maritime.

On sait que les navires transportant des passagers se divisent en deux grandes catégories : les paquebots proprement dits et les paquebots mixtes. Les seconds diffèrent des premiers, en ce qu'une fraction plus considérable du port en lourd, ou, si l'on préfère, du poids disponible, est consacrée au transport des marchandises. Le paquebot mixte est nécessairement plus lent ; en revanche il offre au voyageur des tarifs plus réduits, tout en présentant des conditions de confort et, parfois même, de luxe relatif, toujours améliorées.

Du point de vue purement technique, il n'est pas possible d'établir une distinction précise entre les deux classes de navires. Sur certaines lignes, desservant des régions éloignées et pour lesquelles le trafic des voyageurs n'est pas intense, tous les bâtiments qualifiés de paquebots sont, en réalité, des paquebots mixtes, tandis qu'on réserve parfois ce dernier nom à de simples cargos, aménagés pour recevoir une vingtaine de passagers de cabine et un nombre variable de voyageurs d'entrepont. A l'inverse, sur certains parcours privilégiés, comme la traversée de l'Atlantique, on considère comme paquebots mixtes des bâtiments qui feraient ailleurs figure de grand courrier postal, voire de bateau de luxe.

Or, le moteur Diesel convient, par excellence, au paquebot mixte et son adoption apparaît d'autant plus intéressante pour le paquebot proprement dit, que celui-ci tend à se rapprocher du programme d'un bateau mixte.

Sur la plupart des lignes mondiales, à l'exception des services transatlantiques, les vitesses commerciales sont relativement faibles ; on peut considérer l'allure de 15 à 16 nœuds comme une moyenne fort honorable et celle de 17 à 18 comme un maximum, d'ailleurs exceptionnel. Un bâtiment qui mesure environ 170 mètres de long et jauge une vingtaine de mille tonnes brutes. peut assurer une vitesse en service de 17 à 18 nœuds avec une puissance motrice sur l'arbre de 14.000 à 15.000 CV. Cette puissance peut être obtenue dans les conditions les plus favorables avec deux moteurs, développant chacun environ 7.000 CV. Pour des puissances moindres, la réalisation ne serait que plus aisée. Par conséquent, dans ces larges limites, aucune difficulté d'ordre technique ne peut arrêter l'extension du moteur à combustion interne. Le problème se pose principalement sur le terrain économique : les facteurs en sont le prix de revient, les frais d'exploitation et surtout la possibilité de se procurer le combustible liquide à un prix avantageux. C'est dire que la solution est susceptible de varier beaucoup selon les circonstances.

La question change quelque peu d'aspect lorsqu'on envisage la réalisation de puissances motrices plus considérables, ce qui est précisément le cas pour la navigation transatlantique. Un paquebot de 20 à 25.000 tonneaux de jauge brute et d'une vitesse de 17 à 18 nœuds, qui représenterait sur les autres lignes une unité rapide, ne peut prétendre au même rôle sur le parcours Europe-New-York. Là, en effet, pour atteindre des vitesses de 20 à 26 nœuds, ou même de 28 à 30 comme pour les futurs « quatre jours », les déplacements se doublent et se triplent, et les puissances atteignent très vite l'ordre des 100.000 CV, et même bien davantage.

Or, les moteurs Diesel, installés à bord des navires ne dépassent pas individuellement la puissance de 10.000 CV. ; d'une façon très générale même, ce chiffre n'est pas atteint. Dans l'état actuel de la technique, la construction de moteurs plus puissants, comportant, par conséquent, des cylindres de dimensions plus considérables, n'est pas sans offrir des aléas du point de vue de la résistance aux efforts internes. D'où la nécessité pratique de fractionner la puissance globale, en un nombre de moteurs tel que la puissance de chacun d'eux ne dépasse pas la limite envisagée.

Ceci explique que le moteur à combustion interne n'ait pas encore trouvé sa place dans la navigation à très grande vitesse. On ne peut guère envisager la conduite directe des hélices, dont le nombre ne peut pas dépasser trois ou quatre, par un très grand nombre de moteurs attelés en série sur chaque arbre.

On s'en est donc tenu, jusqu'à présent, à des puissances comportant le fractionnement en deux, trois ou quatre moteurs au plus, dont chacun développe une puissance qui ne dépasse pas, en général, l'ordre de 6.000 à 7.000 CV. On réalise ainsi des forces motrices totales de l'ordre de 20.000 CV. La plus forte puissance réalisée à ce jour sur un paquebot est de 28.000 CV, qui est celle du navire italien *Augustus*, de 32.650 tonneaux de jauge brute.

*
* *

Il existe déjà un certain nombre de grands paquebots à moteur Diesel, répondant tous, à quelques variantes près, aux caractéristiques générales qui viennent d'être envisagées. En ce qui concerne le service transatlantique, qui comporte les plus forts tonnages, on peut considérer comme une des unités les plus réussies et les mieux étudiées le paquebot *Lafayette* (figure 1), que la *Compagnie générale Transatlantique* a mis cette année même en service sur sa ligne le Havre-New-York. Ce paquebot, qui a été construit par la *Société des Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire (Penhoët)*, mesure 175 mètres de longueur entre perpendiculaires et déplace près de 27.000 tonnes. Sa jauge brute est de 25.082 tonneaux.

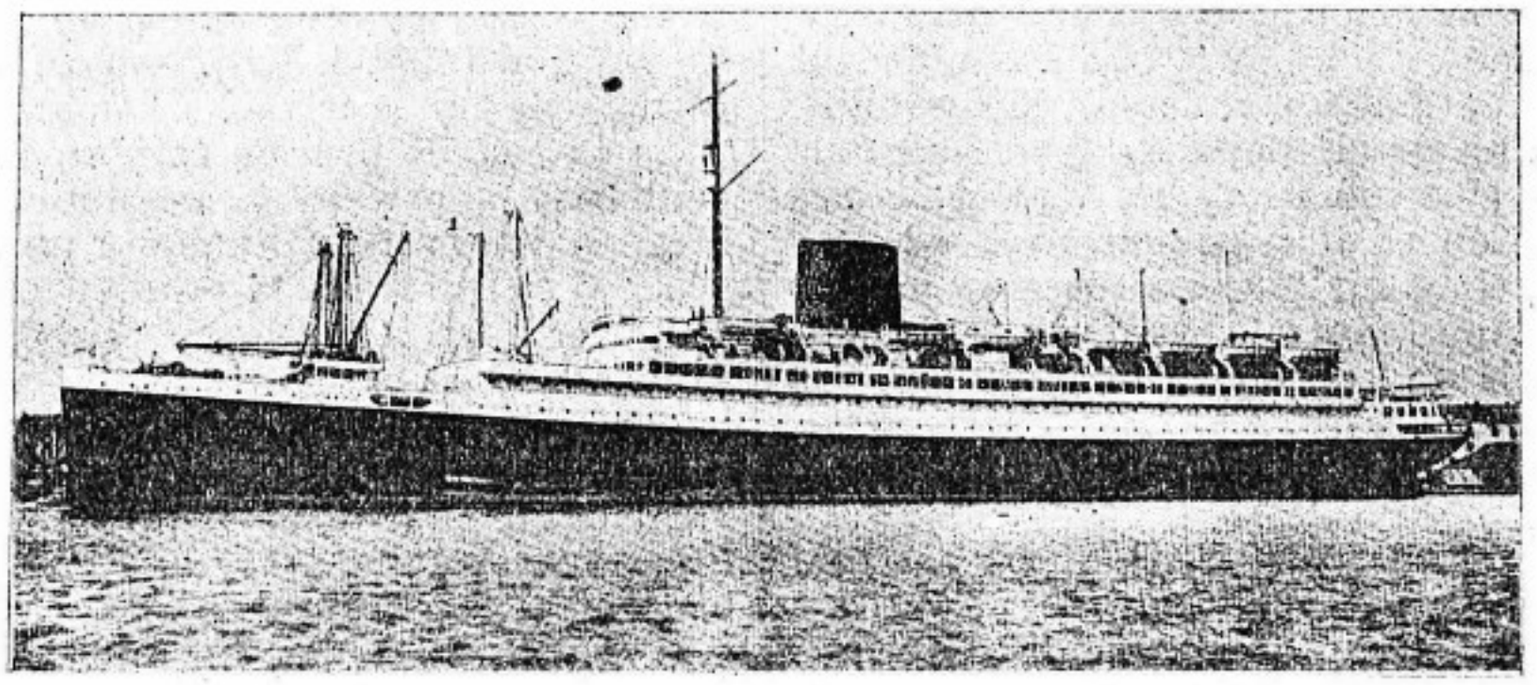


Fig. 1. — Le *Lafayette*, de la Compagnie Générale Transatlantique.

La puissance totale maxima, de 18.000 CV sur l'arbre, est répartie entre quatre moteurs, actionnant chacun un propulseur. Ce sont des moteurs M. A. N., à deux temps et double effet, à 6 cylindres de 600 mm. d'alésage et 900 de course. Chacun peut donner une puissance maxima de 4.500 CV, à un régime de 145 à 150 tours par minute. Deux de ces moteurs ont été construits à Saint-Nazaire et les deux autres à Augsburg.

La vitesse en service est de 18 nœuds. Elle caractérise un type de bâtiment, dont il existe d'ailleurs de nombreuses et excellentes unités à vapeur, que l'on pourrait qualifier de paquebot proprement dit à vitesse moyenne. Le qualificatif moyenne doit s'entendre, bien entendu, du point de vue relatif à la navigation transatlantique. Le *Lafayette* comporte, en principe une classe unique : les passagers, dont le nombre atteint 1.077 sont répartis en trois catégories d'emménagements : soit 563 en cabines, 442 en troisièmes-touristes, 72 en troisièmes ordinaires.

Du *Lafayette*, je rapprocherai un autre transatlantique de type analogue, mais présentant quelques différences de conception. C'est le navire suédois *Kungsholm*, en service sur la ligne Goeteborg-New-York depuis la fin de 1928. De même longueur que le précédent, de jauge un peu moindre, il porte 1.575 passagers, répartis en trois classes.

La puissance totale sur l'arbre est de 15.000 CV et la vitesse en service de 17 nœuds 5 environ. Ici, le fractionnement a été opéré entre deux moteurs seulement, chacun d'eux développant 7.500 CV. Ce sont des *Burmeister* à quatre temps et double effet, à 8 cylindres de 840 mm. sur 1.500 mm., tournant à 100 tours. Il est à remarquer que ces moteurs ont été étudiés pour pouvoir, éventuellement, développer 1.000 CV de plus, à 120 tours, ce qui procurerait un gain de vitesse d'un nœud.

On notera que les moteurs employés le plus ordinairement sont du type lourd ; leur allure de rotation est de l'ordre de 100 à 150 tours. Le double effet est usité surtout pour les puissances relativement élevées ; les cycles sont soit à quatre, soit à deux temps. L'injection est opérée par l'air comprimé.

Du point de vue poids, le gain est appréciable par rapport aux appareils à vapeur ; les bâtiments considérés ci-dessus réalisent aisément des portées en lourd de 9 à 10.000 tonnes. En

ce qui concerne l'encombrement, il faut considérer que les moteurs à combustion interne comportent un développement assez considérable de la machinerie auxiliaire : compresseurs d'air d'insufflation, turbo-soufflantes de balayage, pompes de circulation d'eau de refroidissement, pompes à huile, etc. Il ne faut donc pas s'étonner si, sur un paquebot à Diesel, le compartiment des appareils auxiliaires occupe, en étendue de plan, un emplacement sensiblement égal à celui des moteurs principaux de propulsion. On s'en rendra compte sur la figure 2, qui représente en plan et élévation

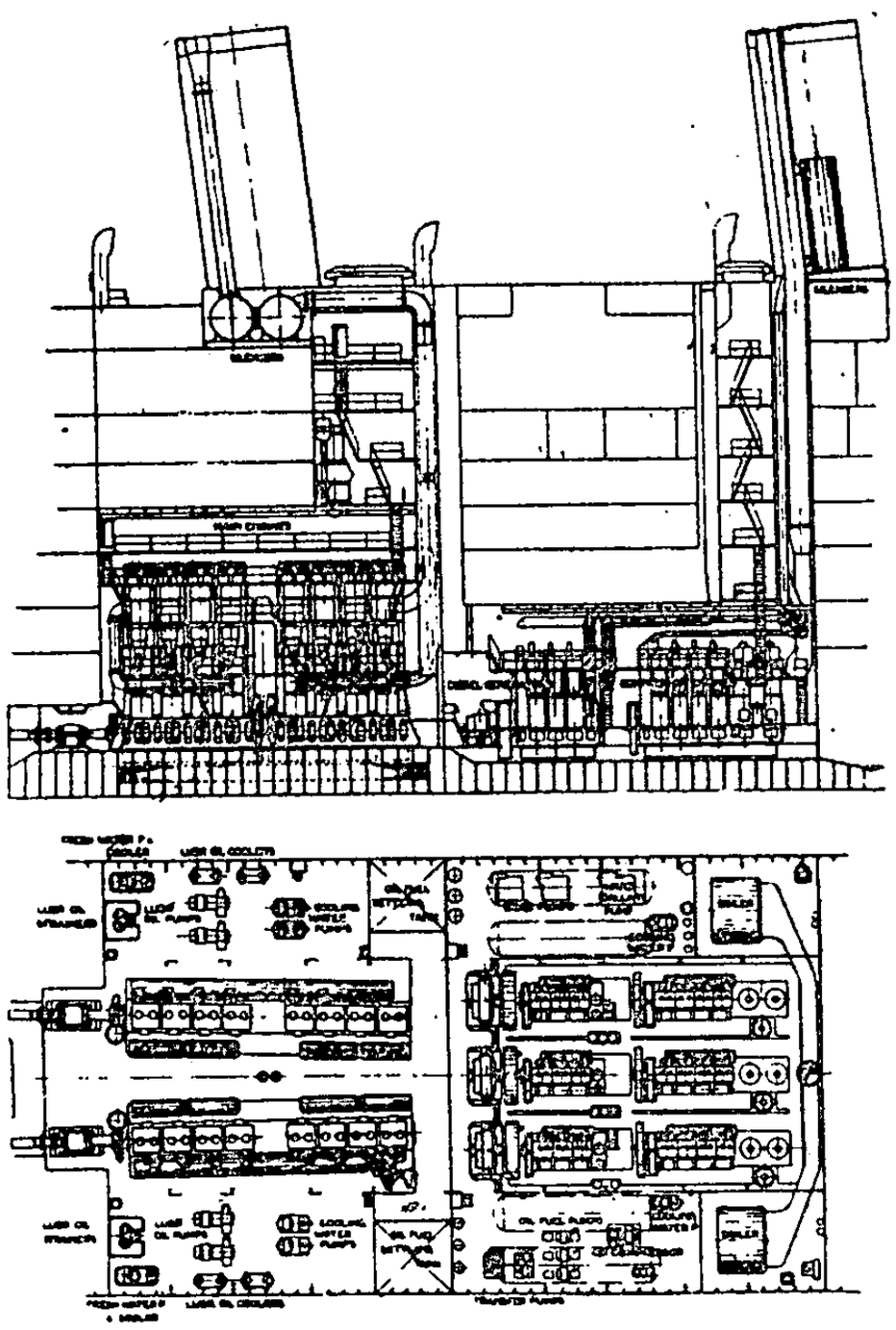


Fig. 2. — Le *Kungoholm*, de la Svenska Amerika Linien. Compartiments des machines : à l'avant, moteurs auxiliaires ; à l'arrière, moteurs de propulsion.

les appareils du *Kungsholm*. On remarquera, d'ailleurs, que l'encombrement vertical est, par contre, plus réduit et qu'il n'existe plus rien de comparable aux immenses tambours et panneaux d'accès qui entourent les cheminées des bâtiments à vapeur. Au surplus, tout l'ensemble d'une telle machinerie Diesel ne représente qu'une fraction de l'emplacement qu'occuperait l'appareil à vapeur de même puissance; cette fraction peut varier des deux tiers aux trois quarts.

Il convient de signaler, en passant, une tendance nouvelle qui consiste à substituer aux moteurs lourds proprement dits des moteurs à rotation accélérée, partant plus légers, qui se prêtent plus aisément au fractionnement de l'appareil moteur.

C'est ainsi que les deux transatlantiques allemands *Saint-Louis* et *Milwaukee*, de la *Hamburg-Amerika*, sont équipés de quatre moteurs M. A. N. tournant à 225 tours. Des engrenages réduisent la vitesse des hélices à 100 tours. La puissance totale ne dépasse d'ailleurs pas 12.000 CV, la vitesse de route étant de 16 nœuds. Chacun des deux arbres porte-hélice est conduit par deux moteurs, par l'intermédiaire de pignons engrenant avec une roue dentée. L'un de ces navires est, de plus, muni de joints hydrauliques *Vulcan*, destinés à stabiliser le couple moteur exercé sur les arbres d'hélice et à réduire la fatigue subie par les engrenages.

Les grands paquebots à moteurs Diesel qui viennent d'être envisagés, réalisant de 17 à 18 nœuds environ, avec des appareils pouvant développer sur l'arbre des puissances de 18 à 20.000 CV, consomment journellement une quantité de combustible de 75 tonnes environ. Un approvisionnement de 2.200 tonnes les met en mesure d'effectuer facilement le voyage de New-York aller et retour. L'emploi du Diesel, dans le service considéré, permet donc de satisfaire parfaitement à toutes les exigences du programme technique ; mais il n'apporte en la circonstance aucun principe de supériorité indiscutable et, en fait, les positions de la machine à vapeur sont encore ici très solides, même pour les vitesses de route moyennes.

On peut citer, en particulier, le cas de la *Canadian Pacific*, la puissante compagnie canadienne, demeurée fidèle à la propulsion à vapeur pour sa ligne de Liverpool à Montréal. Un certain nombre d'unités, répondant aux caractéristiques générales des navires à moteur tels que le *Lafayette*, ont été mises en service par cette Compagnie au cours de ces dernières années : les turbines et tout spécialement les chaudières ont fait l'objet d'une étude très minutieuse, non pas seulement dans le sens de l'accroissement des puissances et des vitesses, mais encore et surtout en vue d'obtenir l'utilisation dans les meilleures conditions de rendement économique, de puissances de l'ordre de 20.000 CV. Le grand transatlantique hollandais *Statendam* représente une autre application particulièrement intéressante de cette conception.

A la vérité, la question du rayon d'action, c'est-à-dire de la distance franchissable sans ravitaillement en combustible, n'occupe pas le tout premier plan dans la navigation transatlantique. Mais que sa prépondérance réapparaisse et, immédiatement, la balance vient pencher en faveur du Diesel. Voici, par exemple, deux grands paquebots tout à fait analogues aux transatlantiques qui viennent d'être décrits,

mais qui, en raison de la nature du service qu'ils sont destinés à remplir, s'opposent d'une façon autrement avantageuse aux meilleurs vapeurs.

Le *Baloeran* (fig. 3) et le *Johan van Oldenbarnevelt* ont été mis en service vers le milieu de l'année 1930 sur la ligne des Indes Néerlandaises. Ces navires font honneur à la construction hollandaise, au même titre que les vapeurs à haut rendement qu'elle a étudiés pour d'autres lignes. Le service qu'ils effectuent appelle, d'ailleurs, tout spécialement l'emploi du Diesel : les bâtiments font leur plein de combustible sur le lieu même de production et se trouvent en mesure d'accomplir sans ravitaillement le voyage aller et retour. Le *Baloeran*, qui mesure 168 mètres entre perpendiculaires et dont la jauge brute est de 17.000 tonnes, est mû par deux moteurs Sulzer, à 10 cylindres de 760 mm. sur 1.340, donnant chacun sur l'arbre une puissance de 7.000 CV à 100 tours. La vitesse de route peut être maintenue entre 17 et 18 nœuds. Le navire peut embarquer 2.670 mètres cubes de combustible.

a mis en service sur l'Inde le premier paquebot anglais à propulsion électrique, le *Viceroy of India* dont les turbo-alternateurs sont capables d'assurer une puissance motrice de 17.000 CV.

Notre Compagnie des *Messageries Maritimes* est entrée très résolument dans la voie de la navigation à moteur pour toutes ses unités nouvelles, en particulier celles qui sont destinées à ses lignes les plus importantes. Les grands paquebots en achèvement ou en construction qui desserviront l'Indo-Chine et le Japon seront équipés de deux moteurs Sulzer, développant une puissance totale de 11.000 CV environ, et pouvant assurer des vitesses de 16 à 17 nœuds. Ces nouvelles constructions sont de nature à affermir puissamment l'estime mondiale dont jouissent depuis longtemps déjà nos services maritimes sur l'Extrême-Orient.

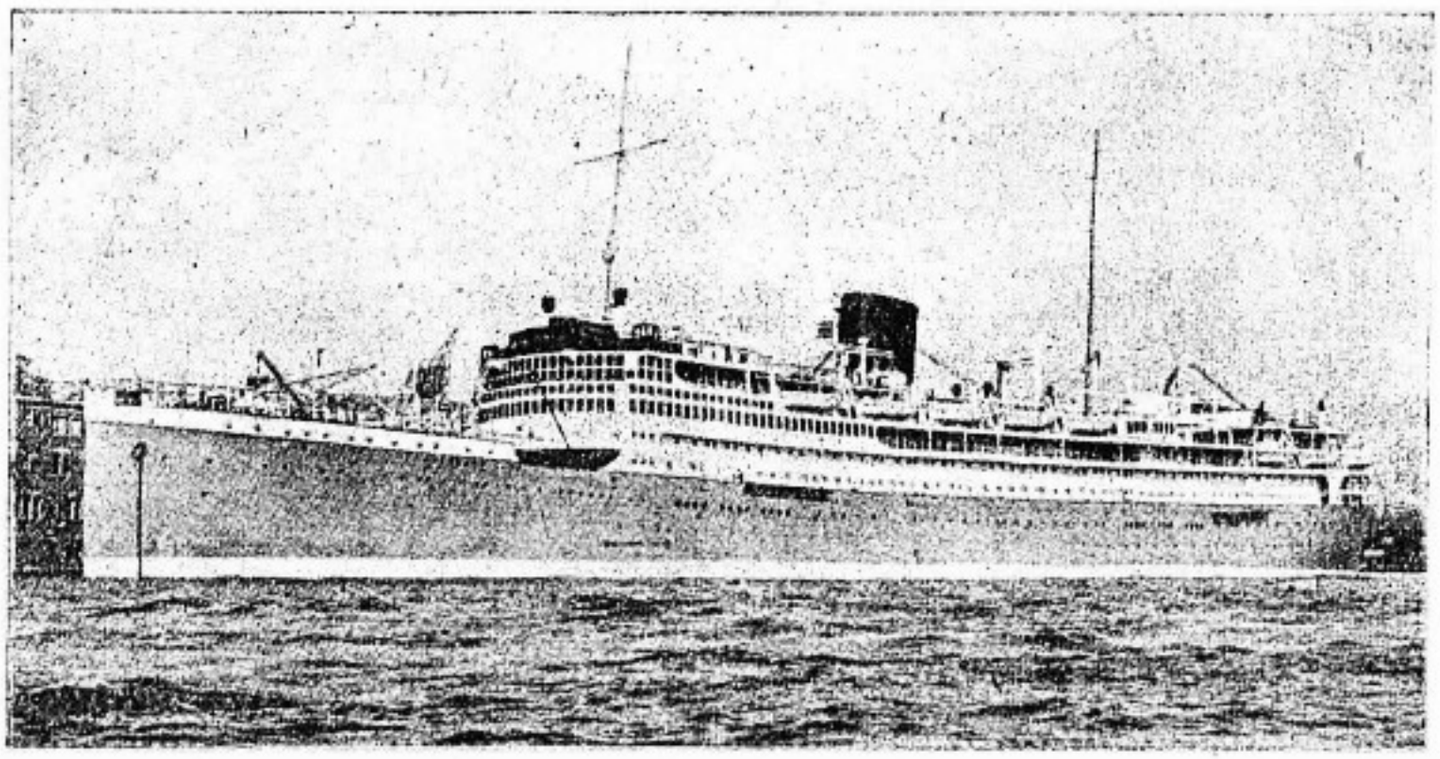


Fig. 3. — Le *Baloeran*, du Rotterdamsche Lloyd.

∴

Les paquebots de 15 à 20.000 CV, qui sont considérés comme des courriers à vitesse moyenne sur les lignes de New-York, comptent, au contraire parmi les unités les plus rapides dans les autres services. On ne les rencontre guère, d'ailleurs, que sur les parcours où le mouvement des passagers est suffisamment intense. Tel est le cas des lignes sur l'Inde et l'Australie des grandes Compagnies anglaises *Peninsular and Oriental* et *Orient Line ;* encore s'agit-il, en l'espèce, de navires à vapeur, pour la plupart récents et réalisant des perfectionnements remarquables. La *Peninsular*

Dans tous les cas qui précèdent, le moteur à combustion interne se présente donc comme un concurrent de la machine à vapeur, tendant à s'adapter, de façon plus ou moins avantageuse suivant les circonstances économiques, à des emplois depuis longtemps déterminés du navire de commerce.

Mais il existe une autre catégorie de circonstances, dans lesquelles c'est le Diesel qui a créé des utilités nouvelles, soit en inspirant la conception de types de navires plus adéquats, soit en donnant la possibilité de desservir des routes prolongées et lointaines, pratiquement interdites aux bâtiments à vapeur.

Le moteur Diesel consomme environ 175 grammes de combustible liquide par cheval-heure, alors que la meilleure machine à vapeur exige, pour le moins, 270 grammes de mazout et de 550 à 600 de charbon. La supériorité écrasante qu'il possède de ce chef au point de vue du rayon d'action, en fait par excellence un instrument de pénétration commerciale, et per-

met l'organisation d'un trafic régulier entre des régions très éloignées, trafic que la nécessité de charbonnages répétés aurait rendu infructueux, sinon impraticable aux opérations par vapeur. C'est pourquoi l'introduction du Diesel dans la marine marchande marquera une date mémorable dans l'histoire du développement des relations économiques mondiales.

L'emploi du moteur à combustion interne a suscité deux principaux types de navires, bien caractéristiques l'un et l'autre de la marine d'après guerre : le paquebot mixte à grand rayon d'action et le cargo rapide. L'attention du public, généralement peu informé des problèmes maritimes, a été attirée plus spécialement sur le paquebot mixte, plus représentatif et aussi mieux popularisé, grâce à la publicité des Compagnies ; en réalité, le développement du cargo est d'un intérêt pour le moins équivalent et, au surplus, il est impossible d'établir une démarcation rigide entre deux genres de bâtiments qui tendent de plus en plus, dans bien des cas, à se confondre l'un avec l'autre. Le paquebot mixte est nécessairement un paquebot d'allure plus lente ; d'autre part, l'accroissement de la vitesse des navires de charge est l'un des traits les plus caractéristiques de la période récente. Bon nombre de cargos, qui possèdent des vitesses de paquebots mixtes, sont aménagés pour recevoir une douzaine, parfois une trentaine de passagers, et cela dans des conditions de confort très satisfaisantes. Comment ne pas apercevoir que ces cargos sont les pionniers de nouveaux courants de relations de voyageurs, préparant à travers les mers l'amorce de grands réseaux futurs, dans le sens de l'extension et de l'accélération incessantes des communications transocéaniques ?

En ce qui concerne les paquebots mixtes, au sens le plus précis de ce terme, notre flotte commerciale la plus récente nous offre encore un exemple, qui compte parmi les plus significatifs. L'*Eridan*, des *Messageries Maritimes*, dont j'ai relaté naguère le lancement aux Chantiers de la *Société Provençale de Constructions Navales*, à La Ciotat, a été mis en service cette année même sur la ligne Dunkerque-Marseille-Australie, par Suez. Ce navire (fig. 4) mesure 135 mètres de longueur et déplace environ 14.000 tonnes ; sa jauge brute est de 10.000 tonneaux. Il peut transporter 146 passagers de cabine (4 de luxe, 60 de première classe et 86 de deuxième) et 438 voyageurs d'entrepont. Ses emménagements ont été réalisés dans les meilleures conditions de confort et de goût artistique.

L'*Eridan*, qui dessert une ligne où le trafic des marchandises, notamment des laines, présente un intérêt assez considérable, répond parfaitement à sa double fonction économique. Le port en lourd atteint 7.070 tonnes ; le volume des cales est de 7.300 mètres cubes, celui des entreponts de 3.700.

L'appareil moteur comprend deux moteurs Sulzer à deux temps et simple effet, construits aux Etablissements Sulzer de Saint-Denis. Chaque moteur comporte 8 cylindres de 600 mm. sur 1.060 et peut développer 3.000 CV à 110 tours, pour une vitesse de route de 15 nœuds. L'approvisionnement de combustible est de 1.054 mètres cubes.

Les navires de charge d'avant-guerre ne dépassaient pas l'allure, en service, de 9 à 11 nœuds. Le gain de poids réalisé grâce au Diesel, sur la machinerie et surtout sur le combustible a conduit de très bonne heure les armateurs à envisager l'avantage que pouvait

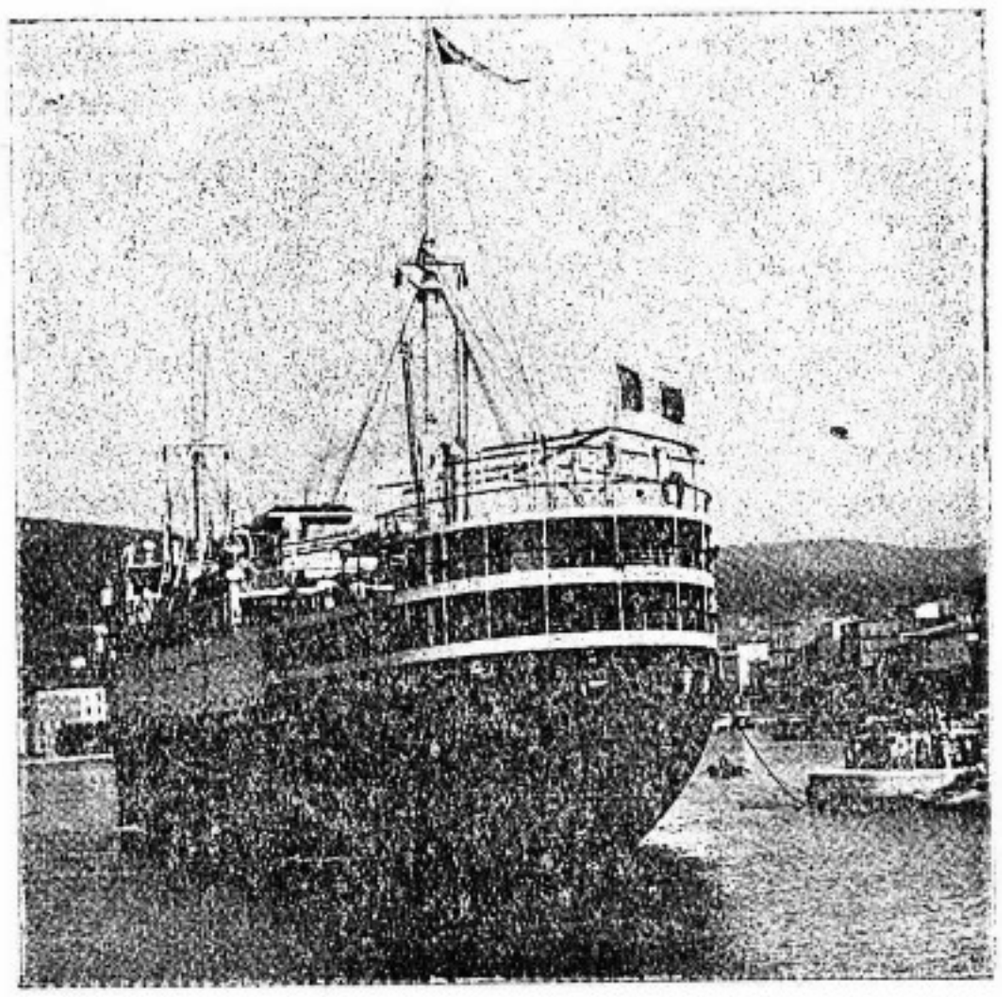


Fig. 4. — L'*Eridan*, des Messageries maritimes.

offrir un certain relèvement de la puissance motrice. Le mouvement s'amorça d'abord sur les lignes à fort trafic commercial, pour toutes les natures de transports devant bénéficier directement d'une réduction de la durée du voyage, en particulier dans le cas des denrées périssables. Mais, en même temps, apparaissait l'intérêt que peut offrir un navire plus rapide pour des parcours très longs, à trafic moins dense, sur lesquels le même instrument doit répondre à la fois aux exigences diverses des services de passagers et du transport des marchandises.

Ainsi s'est différencié, en peu d'années, le type du cargo rapide, grand navire de charge, jaugeant de 4 à 6.000 tonneaux et dont l'appareil moteur peut développer une puissance de 5 à 7.000 CV. Avant 1925, il n'existait qu'un très petit nombre de cargos capables de réaliser

une vitesse d'essai de 14 nœuds, ce qui correspond à une allure normale en service de 12,5 à 13 nœuds. Au début de l'année 1930, il y avait déjà en service, sur les différentes lignes mondiales, une bonne centaine de navires de charge à moteurs, atteignant ou dépassant 5.000 tonneaux de jauge et réalisant au minimum l'allure de 13 nœuds. Sur les différents chantiers, 45 unités de ce genre étaient encore en cours de construction, tandis que les commandes nouvelles affluaient. Les vitesses de route sont à présent couramment fixées à 14 nœuds, parfois à 15 ; les navires les plus rapides atteignent des vitesses d'essai de 16 nœuds.

En même temps que le type définitif de l'instrument, la route se créait ou, tout au moins, s'organisait en vue d'un développement nouveau. Il en est résulté la diversification continue des unités, que l'on cherchait à adapter le plus exactement possible à leur destination normale.

Voici, par exemple, le cargo dit *Tour-du-Monde :* il part de New-York par Panama pour les ports australiens, auxquels est destiné le gros de sa cargaison de départ. De l'Australie, il gagne ensuite les Indes, qui lui fournissent le frêt de retour qu'il ramènera par Suez et Gibraltar. On conçoit que pour des parcours aussi étendus, ce soit avant tout la question du combustible qui prime toute autre considération relative aux possibilités d'exploitation. Certes, les constructeurs d'appareils à vapeur n'ont, ici pas plus qu'ailleurs, renoncé à la lutte. Au cargo Diesel, ils ont opposé le cargo à turbines et à chaudières à tubes d'eau ; mais le cargo rapide à vapeur n'est que le résultat d'un effort d'adaptation à un nouveau genre de service, que le Diesel a eu certainement le mérite exclusif de susciter et auquel il semble bien, d'ailleurs, qu'il puisse seul satisfaire, dès que la considération du rayon d'action se place sur le même rang que celle de la vitesse.

Un autre type de cargo accéléré est devenu courant sur les lignes qui réunissent entre elles les deux Amériques : ici, la vitesse est un facteur prépondérant, pour un trafic qui comporte en grande partie des denrées périssables. Mais c'est peut-être encore le Pacifique qui offre le champ le plus vaste et le plus propice aux immenses randonnées du Diesel marin. Le cargo Nord-Pacifique qui sillonne toutes ses grandes lignes est un bâtiment relativement puissant, dont un élément essentiel de fret consiste en fruits ou produits frigorifiés et qui dispose, à cet effet, d'installations perfectionnées, un volume important de ses cales et de ses entreponts étant aménagé en chambres froides ou simplement rafraîchies.

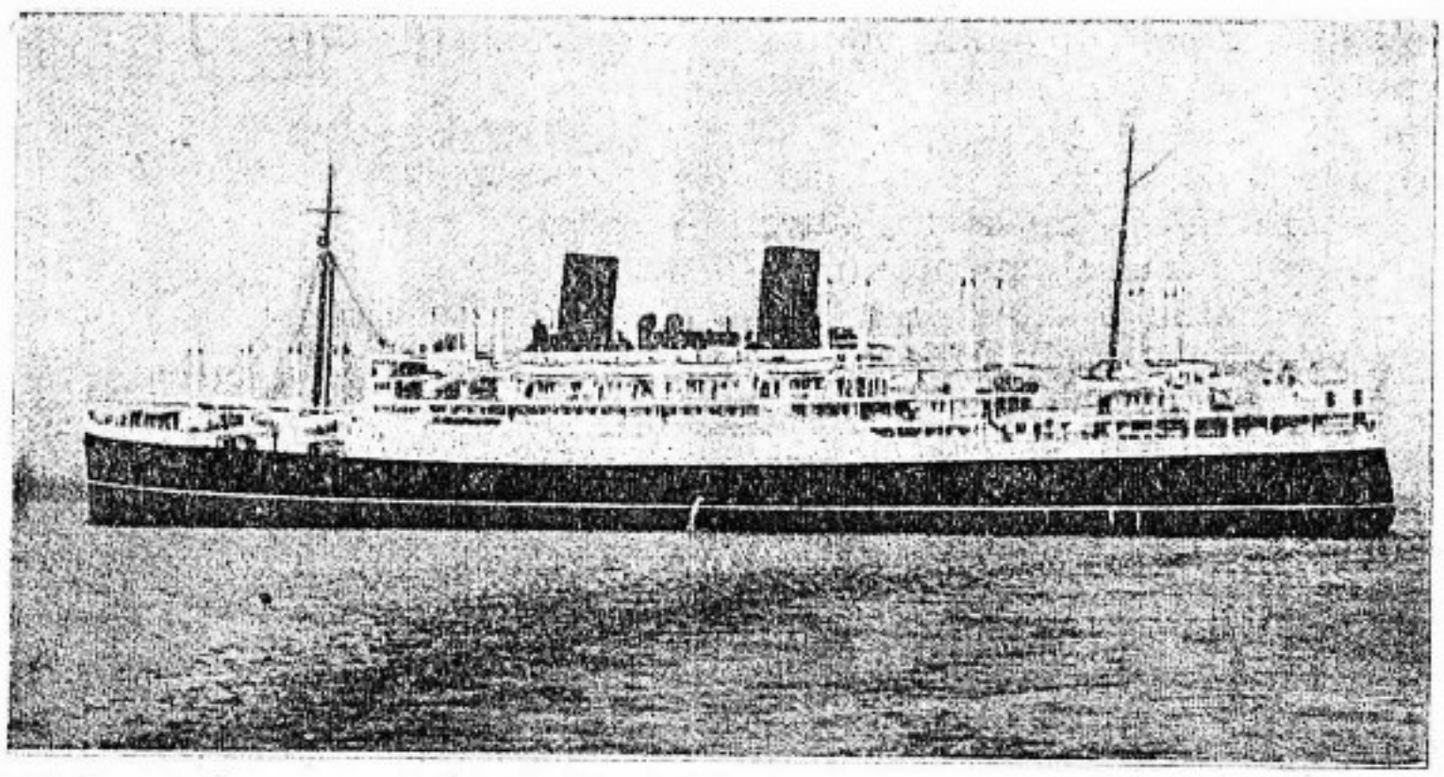


Fig. 5. — Le *Rangikiti*, de la New Zealand Shipping Co.

Le poids de cette cargaison est relativement moindre et ces grands navires sans chaudières disposent de vastes emplacements, sur lesquels peuvent s'édifier des superstructures importantes. Les cargos rapides frigorifiques qui transportent les viandes de l'Amérique du Sud vers les Etats-Unis ou l'Europe, ne se préoccupent guère de concurrencer les lignes de passagers, autrement rapides elles-mêmes sur ces parcours, et se contentent de recevoir une ou deux douzaines de voyageurs. Par contre, il est compréhensible que les grands frigorifiques qui desservent l'Australie ou l'Australasie aient été le plus habituellement équipés en paquebots mixtes. L'adoption du Diesel a permis de réaliser d'ailleurs, en ce qui concerne, le confort des passagers, de sensibles améliorations. A titre d'exemple, la photographie de la figure 5 montre la silhouette du *Rangitiki*, paquebot mixte de 162 mètres de longueur et de 17.000 tonneaux de jauge brute, qui relie l'Angleterre

à la Nouvelle-Zélande par Panama. La capacité des cales est de 16.000 mètres cubes, dont 12.000 aménagés en compartiments frigorifiques. Le nombre des passagers s'élève à 580, dont 100 en première classe, 80 en deuxième et 400 en troisième ; les installations sont comparables à celles des paquebots les plus soignés. L'appareil moteur comprend deux moteurs Sulzer à 5 cylindres, développant chacun 5.000 CV à 90 tours et assurant en service une vitesse moyenne de 14,5 à 15 nœuds.

En ce qui concerne les cargos proprement dits, leur puissance motrice atteint facilement de 6 à 8.000 CV, répartie le plus ordinairement entre deux moteurs, concentrée parfois sur un seul, comme pour le grand cargo hollandais *Poelan Laut*, dont le Sulzer développe 7.000 CV. Le cargo norvégien *Téméraire*, construit en France, aux *Chantiers de Saint-Nazaire-Penhoët* est équipé avec deux Burmeister de 4.000 CV chacun ; il amène chaque automne son chargement de laine de Sydney à Dunkerque en un temps qui ne dépasse pas 34 à 35 jours, ce qui implique une moyenne soutenue de 15 nœuds environ.

Ici encore, le type normal des moteurs employés est à allure lente ; l'essai d'appareils à rotation accélérée a pu d'ailleurs être réalisé avec succès. Les constructeurs s'efforcent, toutefois, par des simplifications opportunes, de répondre le mieux possible aux conditions d'exploitation propres aux navires de charge. C'est ainsi que l'injection sans air comprimé, au moyen d'une pompe conduite par le moteur, a fait l'objet d'études très approfondies et commence à entrer dans la voie d'une réalisation définitive. Indépendamment de toute autre considération technique, ce système qui favorise grandement la construction pratique du moteur à double effet, supprime la nécessité d'un compresseur à forte puissance, ce qui réduit d'autant l'importance des auxiliaires, avantage appréciable sur un cargo.

On pourrait citer encore les dispositifs de suralimentation, réalisés au moyen de turbo-compresseurs, système Buchi ou Rateau, qui apportent, d'autre part, une amélioration intéressante au fonctionnement des moteurs à quatre temps, lesquels demeurent d'ailleurs les plus usuels dans ce genre d'application. Dans ces derniers, en effet, l'énergie contenue dans les gaz d'échappement ne subit pas la déperdition brusque par chute de pression et de température, qui résulte du balayage pour les moteurs à deux temps. On peut donc récupérer une partie notable de cette énergie, en faisant passer les gaz d'échappement dans une turbine, laquelle conduit une soufflante, qui fournit l'air d'aspiration aux cylindres à une pression de 1 kilo 5 environ, alors que la pression en fin d'aspiration est, à l'air libre, légèrement inférieure à 1 kilo. Ceci permet de majorer dans la même proportion la quantité de combustible introduite dans les cylindres.

Un moteur qui développe, par exemple, 3.000 CV en régime normal avec aspiration à l'air libre, en fournira aisément 4.000 en suralimentation, régime qui n'en constitue pas moins lui-même, au point de vue du fonctionnement, un régime normal.

On conçoit tout l'avantage que présente un tel dispositif, pour un bâtiment appelé à réaliser à plein rendement deux allures de service, à transporter, par exemple, à l'aller un fret lourd à 11 ou 12 nœuds, pour effectuer un retour accéléré à 14 ou 15 nœuds, avec des marchandises pressées ou des produits périssables. Le Diesel peut offrir ici des qualités de souplesse comparables à celles que procure la conduite électrique.

*
* *

Les considérations qui précèdent suffisent à montrer à quel point le Diesel est susceptible de s'adapter exactement aux circonstances multiples du trafic de mer. Elles mettent en évidence, d'autre part, les services immenses qu'il a rendus déjà en faveur du développement et de l'amélioration des relations humaines et, aussi bien, du progrès technique et de l'avancement de la science appliquée.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le mois mathématique à l'Académie des Sciences (Octobre 1930). — *Algèbre.* Etant donnée une fonction $f(x)$ bornée sur $(-1,+1)$, M. *Serge Bernstein* montre qu'on peut modifier la formule de Lagrange de manière à construire des polynomes de degré $n-1$ qui se confondent avec $f(x)$ en $n-\left[\frac{n}{2l}\right]$ points (l, entier fixé d'avance) et qui jouissent de la propriété remarquable de tendre uniformément vers $f(x)$, pour $n\to\infty$, dans tout intervalle de $(-1,+1)$ où $f(x)$ est continue.

Analyse 1. A la suite des recherches de Markoff sur les chaînes continues, M. *V. Romanovsky* étudie des équations intégrales du type de Fredholm, mais à deux variables. Ces équations jouissent de propriétés analogues à celles de Fredholm (mais de forme plus compliquée). Dans une seconde note, l'auteur envisage l'application de ces équations au calcul des probabilités.

2. M. *S. Carrus* donne le principe d'une méthode d'in-

tégration des systèmes de m équations linéaires à $n(>m)$ inconnues; cette méthode évite les différentiations et conduit directement à l'expression des inconnues au moyen de fonctions arbitraires.

3. M. *Georges Calugaréano* établit l'unicité de la solution éventuelle du système $\sum_{n=1}^{+\infty} \zeta_n^k = A_k$ à une infinité d'inconnues.

4. M. *Gaston Julia* envisage un domaine formé par un nombre fini d'arcs de courbe de Jordan, de deux catégories F_1 et F_2, et une fonction $f(z)$ dont le module est inférieur à $m+\varepsilon$, ou à $M+\varepsilon$, suivant qu'on s'approche de F_1 et F_2. L'auteur montre comment on peut limiter $\log|f(z) : M|$ à l'intérieur du domaine.

5. Considérant l'équation $p = X_1 z + X_2 q$ où X_2 est continue et borné dans un certain rectangle limité par Oy tandis que X_1 est continue et admet une majorante de la forme $\frac{1}{x}\left[1 + \left(\log\frac{1}{x}\right)^{-1-\varepsilon}\right]$. M. *Alfred Rosenblat* établit un théorème d'unicité pour les solutions de l'équation aux dérivées partielles précédente.

6. M. *Marcel Brelot* considère l'équation $\Delta u = c(M)u$ $(c>0)$ et une frontière Ω compatible avec les conditions classiques du problème de Dirichlet; si, la frontière est complétée par un ensemble E, intérieur à Ω et de capacité nulle (au sens de M. Bouligand), on peut encore établir un théorème d'unicité pour les solutions bornées de l'équation, aucune restriction ne leur étant imposée au voisinage de E (sauf celle d'être bornée).

Géométrie différentielle. M. *Paul Mentré* étudie les complexes C engendrés par une congruence rectiligne. Ils possèdent diverses propriétés simples telles que la suivante : un complexe C admet pour l'une de ses trois famille de surfaces principales un ensemble de ∞^2 demi-quadriques qui se décomposent en ∞^1 faisceaux ponctuels ayant pour bases des quadrilatères gauches.

Géométrie 1 et 7. Après avoir montré comment une certaine intégrale double peut se conserver sur les cloisons découpées par un cône dans des surfaces d'onde, M. *A. Buhl* donne un exemple particulièrement simple d'invariance; cet exemple utilise les propriétés des surfaces moulures sphériques dont la directrice est une spirale sinusoïde.

2, 3, 4. On appelle espace projectif toute variété V_n, à n dimensions dans laquelle on a défini un transport parallèle, et dont les géodésiques s'expriment par des équations linéaires en coordonnées convenablement choisies. — Si les géodésiques d'un espace, réprésentées convenablement, sont situées dans des variétés linéaires passant par un point fixe, l'espace est sous-projectif. — M. *P. Rachebsky* recherche comment on peut reconnaître si une métrique riemannienne donnée arbitrairement est sous-projective. M. *B. Kagan* détermine par intégration les espaces sous-projectifs métriques (euclidiens et non-euclidiens). M. *H. Chapiro* représente explicitement ces espaces sur des variétés V_n de l'espace euclidien à n dimensions.

5. Comme le montre M. *P. Vincensini*, l'ensemble de toutes les surfaces à courbure totale constante peut être rattaché, par des constructions simples, à l'ensemble de toutes les congruences normales à foyers conjugués par rapport à une sphère fixe.

6. Précédemment, M. P. Robert avait montré qu'à un cycle réel C et à son inverse C_0, par rapport à une sphère s correspond sur s une certaine opération circulaire indirecte entre les pieds des cycles réels paratactiques à C, C_0, et orthogonaux à s. M. *Paul Delens* étudie la liaison entre les cycles représentant les points de cycles inverses par rapport à s, réels ou non.

7. Généralisant une transformation de M. Fubini, M. *S. Finikoff* montre que les surfaces de deux couples de congruences stratifiables arbitraires constituent encore les surfaces focales de deux couples de congruences W; mais les congruences des couples n'ont pas, en général, de nappe focale commune. Les transformations étudiées se rattachent à la configuration du quadrilatère gauche de Bianchi.

Cinématique. M. *Mezin* calcule les éléments cinématiques du déplacement normal d'un petit arc de la courbe variable $f(x, y, t) = C^{te}$; les formules obtenues peuvent être appliquées à la météorologie.

Hydrodynamique. M. *R. Mazet* considère l'écoulement plan d'un liquide parfait entre des parois polygonales depuis l'infini jusqu'à l'infini; si le contour présente un angle saillant (ou deux, dans le cas de la symétrie), il s'introduit au voisinage un phénomène tourbillonnaire. L'auteur résout ce problème par la superposition d'un mouvement tourbillonnaire avec repos à l'infini, et d'un courant d'ensemble de vitesse uniforme. En particulier, il obtient l'écoulement dans un canal rectiligne barré par un obstacle rectangulaire très allongé.

Mécanique des fluides. Récemment M. *Henri Poncin* a donné une méthode qu'il applique à l'étude du mouvement plan dans un canal présentant un brusque changement de niveau. Il procède par approximations successives; les formules de la première approximation utilisent les fonctions elliptiques, et généralisent celles de M. Cisotti; celles de la seconde approximation font intervenir la fonction de Legendre de première espèce.

Astronomie. M. J.-Ph. Lagrula, étudie les équations de l'homologie de la méthode des dépendances; il montre qu'à condition de prendre pour origine l'une des étoiles du repère, l'homologie est toujours au moins réductible à l'homographie simple par le mode de correction usuel qui se trouve ainsi justifié.

Electronique. M. *L. Goldstein* utilise la fonction de répartition atomique de Fermi pour le calcul de l'énergie de Coulomb de deux atomes.

René Garnier.

Physique

Production de l'électricité par frottement. — Bien que l'électrisation par frottement soit connue depuis plus de deux mille ans, on est encore loin d'en avoir précisé toutes les particularités. Ainsi indique-t-on dans tous les traités élémentaires de physique que, frottés avec un morceau de soie, un bâton de verre s'électrise positivement. C'est ce qui se produit, en effet, lorsqu'on effectue cette opération sans précautions spéciales. Mais si l'on a soin de placer le bâton de verre, pendant une ou deux secondes seulement, dans une flamme, on constate qu'il se charge ensuite négativement lorsqu'on le frotte avec une étoffe de soie, la force de frottement entre le verre et la soie devenant alors considérable. Cependant, si l'on prolonge le frottement, on constate qu'il finit par se produire sur le bâton de verre de l'électricité positive, en même temps que diminue peu à peu la force de frottement. Il n'en est plus ainsi lorsque l'étoffe de soie a été complètement débarrassée de toute trace de matière grasse, par exemple, au moyen de benzine.

En répandant sur l'étoffe de soie une trace de substance organique à point de fusion peu élevée (acides gras ou aromatiques, éthers, cétones), on obtient de nouveau, par

frottement, l'électrisation positive du verre: il se forme, dans ce cas, sur le verre, une mince pellicule de corps organique qui diminue le frottement et tend à disparaître par chauffage.

Dans des expériences récentes, M. P.-E.-Shaw (*The Philosophical Magazine*, avril 1930) a montré que le verre propre, frotté au moyen d'une substance propre, se charge toujours négativement; l'électrisation positive habituellement observée tient à la présence d'une pellicule organique répandue à la surface du verre.

Le même auteur a montré que, contrairement à une opinion très répandue, deux corps identiques frottés l'un contre l'autre se chargent : par exemple, deux morceaux d'ébonite taillés dans la même tige, recuits ensemble, séchés, refroidis et frottés ensuite l'un contre l'autre, s'électrisent de manière que le bâton qui se déplace s'électrise négativement et le bâton immobile positivement. Ceci semble tenir à une répartition inégale des déformations sur la tige frottante et sur la tige frottée.

M. Shaw a en outre montré que certaines substances répandues sous forme d'une pellicule mince sur la surface des corps peuvent avoir une grande influence sur l'électrisation développée par le frottement. 1° La présence de minces pellicules d'eau que beaucoup de corps solides, et notamment le verre, adsorbent facilement, entraîne une électrisation négative. Il en est de même avec des traces de substances alcalines grâce à la séparation probable d'ions OH^- lorsque la surface est frottée ; 2° Les pellicules de nature acide agissent en sens inverse ; peut-être par suite de la production d'ions H^+. Comme les traces d'acides ou d'alcalis sont extrêmement tenaces, on voit que les résultats indiqués généralement sur la charge des corps par frottement sont loin d'avoir une signification précise et générale. A. Bc.

Hygiène

Désinfection des puits. — Certains puits sont assez mal placés pour être reconnus constamment insalubres. Ils doivent donc être abandonnés, car, il ne peut pas être question de les désinfecter. Mais lorsque la contamination est accidentelle, temporaire, on peut utilement effectuer la désinfection.

La désinection peut être faite selon la technique suivante, utilisant le mélange chimique indiqué par le Dr Blarez, du Conseil d'hygiène de la Gironde :

Permanganate de potasse	25 grammes
Sulfate d'alumine	250 grammes
Kaolin lavé	725 grammes
Total	1.000 grammes

On utilise 1 kg. 500 de ce mélange par cinq mètres cubes d'eau. On commence par délayer la quantité correspondant au volume d'eau du puits, dans un seau d'eau que l'on descend dans le puits où on le manœuvre verticalement pendant le temps nécessaire pour bien mélanger le désinfectant à l'eau du puits. On laisse le puits reposer quatre jours, il est alors prêt à servir de nouveau.

M. Leblond qui a rappelé ce procédé dans *Le Fermier* du 20 septembre dernier, indique encore deux procédés : celui à l'eau de Javel dont il faut employer de 2 à 12 grammes par mètre cube d'eau. Mais, il faut ensuite au bout de quelques jours épuiser complètement l'eau du puits plusieurs fois de suite.

Le procédé à la vapeur exige l'emploi d'une locomobile d'un entrepreneur de battage, par exemple : une tuyauterie envoie la vapeur barboter dans l'eau de puits qui doit être portée entièrement à l'ébullition. Il faut chauffer pendant une journée pour arriver à désinfecter par ce procédé. L. R.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

Aération et ventilation. — L'une des questions importantes que comporte l'étude d'un navire moderne est celle de la ventilation, c'est-à-dire du renouvellement convenable de l'atmosphère des emplacemnts ou locaux fermés, soit en vue de fournir l'air frais nécessaire à l'habitabilité, soit en vue d'empêcher l'élévation excessive de la température.

Cette nécessité, tout à fait urgente sur les navires de guerre, que les ponts blindés et de multiples cloisonnements divisent en une foule de cellules et compartiments isolés, ne doit pas davantage être négligée sur les bâtiments de commerce, soit que l'on se propose de réaliser les meilleures conditions d'hygiène pour les passagers, soit qu'il s'agisse d'assurer le bon état de conservation des cargaisons en marchandises et encore de prévenir un danger permanent d'incendie ou d'explosion.

L'organisation d'une ventilation comporte l'établissement de tuyautages rationnellement disposés, servant à amener et à distribuer, d'une part, l'air recueilli à l'extérieur, à évacuer, d'autre part, l'air vicié ou surchauffé. La circulation, peut être assurée par le tirage naturel qui résulte de l'écart des températures extérieure et intérieure, et en mettant en outre à profit la vitesse de déplacement de l'air extérieur, résultant du vent ou de la marche du navire. On utilise à cet effet des manches, dont l'entrée est évasée en pavillon et qui sont orientées dans la direction convenable, ou encore des aspirateurs ou éjecteurs placés sur les conduits d'évacuation.

Le tirage naturel se trouvant dans bien des cas insuffisant, ou même rendu impossible, on installe sur le circuit des ventilateurs, à conduite à vapeur en plus fréquemment aujourd'hui électrique, qui agissent soit par aspiration, soit par refoulement. Les premiers tendent à créer dans le local à ventiler une dépression, les seconds une surpression. Dans le cas où l'air frais est fourni par refoulement, il faut éviter, bien entendu, que l'air vicié ne puisse passer dans des locaux voisins. L'aspiration et le refoulement peuvent d'ailleurs être combinés sur un même réseau d'aération.

Le réglage d'une ventilation, très important lorsqu'il s'agit d'une chaufferie ou encore de locaux destinés à recevoir des denrées à maintenir fraîches, doit être, autant que possible, conçu en vue de toutes les circonstances éventuelles de la navigation, ce qui implique la connaissance exacte des conditions physiques variables, qui résultent pour chaque nature de cargaison, d'un séjour prolongé dans les cales du navire.

En particulier, la question de l'humidité joue en l'espèce un rôle primordial. La ventilation a pour fonction, sans doute, d'entraîner l'humidité qui peut émaner des marchandises embarquées elles-mêmes, ainsi que cela se produit, par exemple, pour le blé, le bois ou encore le sucre brut. Mais il faut considérer, en sens inverse, que la ventilation introduit dans les cales l'humidité conte-

nue dans l'air extérieur et que cette humidité doit tendre à se condenser sur toutes les surfaces dont la température se trouvera plus basse, soit sur les parois ou plafonds, soit sur les marchandises elles-mêmes.

Lorsqu'un navire, en provenance des tropiques, commence à pénétrer dans un courant froid, les parois qui se trouvent en contact avec l'eau se refroidissent aussitôt, tandis que la cargaison conserve une température plus élevée pendant plusieurs jours. La condensation ne se produit, dès lors, que sur les parois des cales, en laissant les marchandises indemnes. Dans ces conditions, la ventilation doit fonctionner d'une façon continue; il sera d'ailleurs d'autant plus efficace que l'air extérieur deviendra lui-même plus froid. Une ventilation insuffisante aurait pour conséquence un accroissement de la condensation et la propagation possible de celle-ci sur les plafonds, l'eau retombant dès lors sur la cargaison, éventualité fort préjudiciable et d'autant plus à craindre qu'il s'agit de marchandises contenant elles-mêmes plus d'humidité.

Dans le cas inverse, celui d'un navire venant d'une région froide pour entrer dans des eaux chaudes, la cargaison conservera, au contraire, une température relativement basse pendant un temps plus ou moins prolongé, tandis que celle des parois et de l'air extérieur s'élèvera à une moyenne de 28°C, par exemple. La condensation tendra, par conséquent, à se produire non plus sur les parois, mais sur les marchandises elles-mêmes. C'est le cas bien connu des boîtes de conserves en provenance de la côte occidentale de l'Amérique du Nord et qui arrivent dans les ports d'Europe par Panama. Ces boîtes sont ordinairement emballées dans des caisses en sapin clouées et consolidées avec du fil de fer galvanisé. A l'arrivée, alors que les caisses se présentent propres et nettes, en parfait état de conservation, on trouve parfois les boîtes qu'elles renferment couvertes de taches de rouille.

Cette oxydation, qui ne peut provenir du seul contact de l'air humide, résulte de la condensation qui s'est opérée à l'intérieur de la caisse, sur les boîtes métalliques elles-mêmes, alors que les caisses et les parois de la cale demeuraient parfaitement sèches.

En pareil cas, il est clair que ce n'est pas la ventilation qui peut amener un remède efficace; bien au contraire, puisque l'afflux continu d'air extérieur de plus en plus chaud et humide ne fait qu'accroître la condensation dangereuse. Il convient donc ici de suspendre l'aération et de fermer aussi hermétiquement que possible les panneaux et accès des cales, avant que la température de l'eau ne se soit élevée d'une façon sensible. Lorsque les parois de la cale se seront échauffées à l'entrée des régions tropicales, la cargaison ainsi tenue à l'abri d'une humidité excessive, se réchauffera progressivement à son tour, sans danger de condensation.

Il convient donc que l'installation soit assez souple pour que, selon les circonstances de la navigation et la nature des marchandises transportées, il soit possible au besoin, d'arrêter la ventilation de certaines cales, tout en la maintenant dans d'autres. Il sera d'autant plus facile de prévoir tous les réglages utiles qu'il s'agira de navires spécialisés soit en vue d'un transport déterminé, soit en vue d'un itinéraire bien spécifié.

LOUIS BASSO.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séancs du 24 novembre 1930.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. Bernstein.* — **Sur un procédé de sommation des séries trigonométriques.**

— *C. Moisil.* — **Sur l'équation $\Delta u = 0$.**

— *G. Julia.* — **Sur la convergence des séries de fractions rationnelles itérées.**

— *J. Chokhate* (transm. par M. Appel). — **Sur une classe étendue de fractions continues algébriques et sur les polynomes de Tchebycheff correspondants.**

— *N. Achieser* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les valeurs asymptotiques de la meilleure approximation de quelques fractions par des polynomes.**

— *Mandelbrojt* (prés. par M. J. Hadamard). — **Quelques théorèmes généralisant la relation de Rieman entre $\zeta(s)$ et $\zeta(1-s)$.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *P. Lévy* (prés. par M. E. Borel). — **Sur la loi forte des grands nombres.**

ALGÈBRE. — *J. Herbrand* (prés. par M. Hadamard). — **Détermination des groupes de ramification d'un corps à partir de ceux d'un sur-corps.**

ASTRONOMIE. — *N. Stoyko* (prés. par M. E. Esclangon). — **La détermination des orbites d'astres éloignés.**

— *G. Payet* (prés. par M. E. Esclangon). — **Les oppositions favorables de la planète Eros.**

En 1894, s'est produite une opposition de première catégorie offrant des circonstances exceptionnellement avantageuses, puisque la planète Eros s'est approchée de la terre à la distance 0,15. En 1900 l'opposition a été moyennement favorable ; il se produit 6 ans 3/4 entre une opposition très favorable et une opposition moyennement favorable.

Une opposition assez favorable, permettant des observations intéressantes, se produire en 1937.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *C. Raveau.* — **Sur l'utisation des fleuves à leur embouchure. Rectification.**

Le *Recueil des Constantes physiques* assigne à la température d'ébullition de l'eau de mer la valeur unique 103°7 alors que le maximum, pour les eaux les plus salées, n'atteint certainement pas 100°5. Cette correction rend négligeable l'intérêt que pouvait présenter le remplacement de l'eau de mer par l'eau d'un fleuve (*C. R.* 191, 1930, pp. 472 et 903).

ACOUSTIQUE. — *E. P. Tawil* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Méthode d'observation d'ondes sonores non stationnaires.**

Les conditions de l'expérience restent les mêmes que celles décrites dans une Note précédente (*C. R.* 191, 1930, p. 92), avec, toutefois, cette différence essentielle que le son traverse deux fois le faisceau lumineux, ce qui se réalise très simplement en lui faisant traverser successivement les faisceaux incident et réfléchi. Si l'on se sert d'une lentille au lieu d'un miroir, on fait repasser le son dans le faisceau en le réfléchissant à l'aide de deux miroirs à 45° convenablement espacés. La condition requise est qu'il y ait dissymétrie entre les zones de lumière traversées par les deux travers d'ondes. La source sonore utilisée est un quartz oscillant.

ÉLECTRONIQUE. — *V. Posejpal* (transm. par M. P. Weiss). — **Détermination directe du volume de l'électron.**

En admettant que l'éther ait la structure corpusculaire, on déduit pour la diffusion des rayons γ très pénétrants dans l'hydrogène, la formule $\frac{\sigma}{\rho} = \frac{\pi}{m_n} r^2$, r étant le rayon du corpuscule éthérien supposé sphérique, et l'on trouve, d'après les valeurs expérimentales de $\frac{\sigma}{\rho}$ pour r la même valeur numérique que la théorie électromagnétique trouvée pour le rayon de l'électron. Ce résultat semble être favorable à l'idée, développée par l'auteur pour la première fois en 1928, que l'éther est formé par des neutrons.

BIRÉFRINGENCE MAGNÉTIQUE. — *Mlle J. Zadoc-Kahn* (prés. par M. Cotton). — **Variation thermique de la biréfringence magnétique du para-azoxyanisol au-dessus de la température de disparition de l'état mésomorphe.**

Lorsqu'un corps présentant un état nématique (phénomène qui n'est sans doute pas particulier au para-azoxyanisol) est placé à l'état isotrope dans un champ magnétique, il acquiert une biréfringence remarquable par sa grandeur énorme et par sa variation d'allure hyperbolique avec la température.

RADIOACTIVITÉ. — *S. Rosenblum* (prés. par M. Cotton). — **Nouveau spectrographe magnétique à rayons α.**

L'auteur a établi des pièces polaires de forme particulière permettant la concentration du flux magnétique disponible dans la région annulaire strictement utile.

Ces pièces ont été adaptées à un électro-aimant à faible consommation. M. Rosenblum décrit l'ensemble du nouveau dispositif qu'il a réalisé.

COLLOIDES. — *A. Boutaric* et *M. Doladilhe.* — **Sur les modifications produites dans la courbe spectrale d'absorption d'une solution de matière colorante par l'introduction d'un colloïde dans la solution.**

Les résultats obtenus fournissent une méthode très simple pour reconnaître si une matière colorante est ou non colloïdale. Il suffit pour pouvoir l'appliquer, de disposer d'échantillons de deux hydrosols dont les granules soient de signes contraires, par exemple d'un hydrosol de sulfure d'arsenic et d'un hydrosol ferrique, et d'en introduire quelques gouttes dans la solution colorante. Si aucun d'eux ne produit de diminution d'opacité, ce que l'on peut souvent constater au moyen d'un simple colorimètre, la matière colorante est moléculaire. Mais si elle est colloïdale, on aperçut le plus souvent à l'œil nu, une diminution très nette d'opacité après l'introduction du colloïde dont les granules sont de signe opposé à celui de la matière colorante.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Pingault* (transm. par M. G. Charpy). — **Sur les conditions de formation et de décomposition de la cémentite.**

Tant que l'on atteint pas des températures nettement supérieures à 100°, la cémentite paraît très stable. C'est ce qui a lieu dans les différents cas du travail de l'acier, et les seules phénomènes entrant alors en jeu seraient, même pour des aciers très riches en carbone, la dissolution ou la diffusion du carbure de fer. Par contre, dès que l'on arrive aux températures voisines de la fusion de la fonte, la cémentite se décompose très rapidement et l'excès de carbone se sépare de la fonte en fusion.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Delaby* et *R. Charonnat* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur la pyrolyse des huiles végétales à indice d'acétyle notable.**

Les expériences ont porté sur l'huile de pépins de raisins. Elles confirment que l'huile industrielle ne renferment pas d'acide ricinoléique et montrent qu'il ne s'y trouve pas, en qnantité appréciable, d'autre acide-alcool éthylénique susceptible de se scinder en aldéhyde saturé et en acide non saturé.

— *J. Robin* (prés. par M. Delépine). — **Migration 1-3 de groupes aminés. Mécanisme. Applications à d'autres réactions analogues.**

L'auteur poursuivant ses recherches sur certains cas d'isomérie des dérivés amylés (*C. R.* 191, 1930, p. 790), envisage deux autres mécanismes, 1° migration pure et simple d'un reste aminé, de la position 1 à la position 3, suivie de réarrangements intramoléculaires; 2° addition d'un réactif auxiliaire sur la triple liaison, suivie d'une élimination et des réarrangements voulus.

L. Franchet.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. Viala* et *P. Marsais.* — **Les *Mycolithes* de la vigne en Palestine.**

Il s'agit de curieuses roches constituées par l'agglomération de grains de sable cimentés par le mycélium d'un Champignon-Ascomycète, le *Lithomyces nidulans* sp. nov. La soudure mycolithique forme autour de la vigne de vrais manchons, grisâtres ou rougeâtres, qui recouvrent régulièrement tige ou racines dans les plus grandes profondeurs ; le manchon cylindrique a une épaisseur variable, entre 2 et 5 cm.

La formation des pycnides est favorisée par un milieu alcalin, par contre, un milieu acide lui est très défavorable et détermine au contraire, la production intense des périthèces. Ceux-ci ont la forme générale des pycnides et les mêmes dimensions. Ils s'en distinguent par une couronne de longs poils ou fulcres insérés sur le col peu proéminent.

GÉOLOGIE. — *Octave Mengel.* — **Sur la limite inférieure du Quaternaire dans les Pyrénées-Orientales.**

Le niveau de 280 m. est en Roussillon tout à fait indépendant du Pliocène. Il paraît par suite logique, dit l'auteur, de le rapporter au début du Quaternaire et de voir en lui, d'après sa situation par rapport à l'Astien et au Sicilien, le représentant du Calabrien que, d'ailleurs, M. Gignoux note à cette altitude dans les Apennins.

— *Maurice Blumenthal.* — **Sur les rapports des zones subbétique et pénibétique à hauteur d'Archidona-Alfarnate (*Prov. de Malaga et de Grenade*).**

La base bétique, couronnée par des éléments pénibétiques, se sectionne vers le Nord. Un complexe charrié (Boca del Asno-Puerto Alazores) s'introdutit entre ses éléments et la zone externe (Gibalto).

L'ensemble de ces structures, sauf la masse flottante; plus ou moins solidaire au Bétique, montre une poussée vers et sur la zone triasique d'Antequera qu'elle chevauche sur un grand parcours.

OCÉANOGRAPHIE. — *J. Thoulet.* — **Colonnes volcaniques liquides sous-marines.**

Ces colonnes relient sur une longueur variable le sol, quelque profond qu'il soit, avec la surface. La por-

tion centrale du Pacifique fournit un exemple de ces colonnes dont l'auteur fournit, dans cette Note, l'explication.

BOTANIQUE. — *Adrien Davy de Virville* (prés. par M. Louis Mangin). — **Sur la répartition en zone du *Rivularia bullata* Berkeley.**

En étudiant la répartition des végétaux marins dans la baie de Saint-Malo, l'auteur a constaté que cette petite Cyanophycée marine formait, du moins en certains points, une véritable zone de végétation. Cette observation l'amène à proposer une nouvelle classification des zones de végétation marine basée sur leur distinction en *zones fondamentales* et en *zones de remplacement*.

ZOOLOGIE. — *C. N. Dawydoff* (prés. par M. M. Caullery). — **Les larves de Semper des eaux indochinoises.**

Les larves de Zoanthides, connues sous le nom de « larves de Semper » ont été désignées par E. Van Beneden sous les noms génériques de *Zoanthella* et *Zoanthina*. Les deux larves de *Zoanthella*, de la baie de Nhatrang, présentent une particularité intéressante et l'auteur propose, pour cette larve, le nom de *Zoanthella Conklini*.

Zoanthina ne fut capturée qu'à Poulo-Condore et les deux exemplaires appartiennent à la même espèce. Ce sont des larves ovoïdes, très allongées suivant leur axe vertical (oro-aboral).

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *R. Fosse, A. Brunel, P. de Graeve, P. E. Thomas* et *J. Sarazin* (prés. par M. Emile Roux). — **Destruction dans la graine de *Soja hispida*, de l'un des ferments sans suppression de l'activité de deux autres.**

Les auteurs parviennent à supprimer dans le soja l'uricase sans détruire l'allantoïnase et l'uréase qui lui survivent très actives.

PARASITOLOGIE. — *E. Brumpt* (prés. par M. E. Leclainche). — **Rechutes parasitaires intenses, dues à la splénectomie, au cours d'infections latentes à *Ægyptianella*, chez la poule.**

Si la rate exerce une action protectrice très nette dans les infections à *Ægyptianella*, son rôle n'est cependant pas indispensable, puisque deux animaux opérés ont résisté victorieusement à leur infection de rechute, ce qui est dû à l'action vicariante d'autres tissus de l'organisme.

MÉDECINE. — *S. Jellinek* (prés. par M. d'Arsonval) (Extrait). — **Effets biologiques des champs oscillants à ondes courtes sur les êtres vivants.**

Les expériences de l'auteur diffèrent de celles exécutées à Iéna en ce sens qu'elles ne montrent aucun effet mortel, pas même nocif, mais au contraire une action particulièrement activante des ondes ultra-courtes sur des êtres vivants.

Des œufs non précouvés arrivent à germination, des œufs précouvés arrivent au bout de 15 jours à complète maturité dans un champ électrique faible à 24° C.

P. Guérin.

Séance du 1er décembre 1930.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *B. Gambier.* — **Invariants anallagmatiques de trois cercles.**

PHYSIQUE. — *R. Barthélemy* (prés. par M. P. Janet). — **Système de télévision comportant en particulier, un dispositif de synchronisation et de mise en phase automatique.**

La nouveauté essentielle réside dans la méthode et la réalisation de la synchronisation du disque perforé synchronisé. Au lieu d'envoyer par l'émetteur une onde supplémentaire pour effectuer cette opération, on émet un signal très bref, un *top* de l'orde de $\frac{1}{10000}$ de seconde, par exemple, au début de chaque exploration (donc tous le $\frac{1}{16}$ de seconde), le *top* déclenche avec une précision qui est celle de $\frac{1}{10000}$ de seconde un phénomène oscillatoire, dans le récepteur.

L'oscillation a une durée définie par les constantes du circuit et est égale, environ, à celle de l'intervalle de deux *tops* consécutifs; elle ne se renouvelle que sous l'action d'un nouveau signal.

Les divers perfectionnements effectués et décrits par l'auteur ont permis des réceptions parfaitement stables d'images animées.

SPECTROSCOPIE. — *L. Amy* (prés. par M. Fabry). — **Sur la recherche par l'analyse spectrale des éléments étrangers dans un métal.**

Si on fait jaillir une étincelle entre deux baguettes métalliques identiques et que l'on photographie successivement le spectre de l'étincelle de seconde en seconde, on constate, si le métal n'est pas tout à fait pur, que les spectres ainsi obtenus ne sont pas identiques entre eux. Au début de l'étincelle, on obtient un certain nombre de raies qui disparaissent, ou tout au moins s'atténuent beaucoup au bout de quelques secondes. Ces raies correspondent à des éléments différents du métal formant la masse principale des électrodes. C'est en se basant sur ce phénomène que l'auteur a établi la technique, qu'il décrit, pour rechercher les éléments étrangers dans un métal.

MAGNÉTISME. — *R. Forrer* et *A. Hoffmann* (transm. par M. Pierre Weiss). — **Le dédoublement des Points de Curie du nickel.**

Ces recherches ont eu pour but de vérifier si la distance $\Theta_h - \Theta_f$ dépend du traitement mécanique et thermique préalable. L'expérience a confirmé l'existence de la différence $\Theta_h - \Theta_f$ Celle-ci est grande (15°5) pour le nickel spécial (fortement courbé et redressé contre son élasticité), très petite (1°5) pour un nickel étiré à la rupture et oscille entre 5° et 14°5 pour des nickels recuits de différentes manières.

Pour les deux nickels traités mécaniquement les variations presque exactement linéaires de σ^2_R et de h_c en fonction de la température donnent Θ_f et Θ_h avec une précision suffisante et sans ambiguité. Par contre, les nickels recuits présentent tous, mais avec une plus ou moins grande netteté, un phénomène nouveau: le dédoublement des Points de Curie.

POUVOIR ROTATOIRE. — *E. Darmois* et *J. Cessac* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Etude sur les solutions de tartrates dans $CaCl^2 + 6H^2O$ fondu.**

Dans les conditions de l'expérience, le tartrate d'éthyl

présente un pouvoir rotatoire absolument différent de celui observé en solution étendue dans l'eau; les résultats obtenus sont donc d'accord avec l'existence de deux ou plusieurs isomères du tartrate. Le tartrate de méthyle donne des résultats très analogues.

Le tartrate de calcium possède en solution dans $CaCl^2+6H^2O$ un pouvoir lévogyre faible; α est à peu près indépendant de la concentration, jusqu'à C=10. La dispersion est anormale avec maximum de rotation dans le vert. (α) est voisin de — 2°; il augmente très légèrement avec la température.

RADIOACTIVITÉ. — *Mme P. Curie.* — **Sur la rotation entre l'émission de rayons α de long parcours et des rayons γ.**

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *J. et J.-F. Thovort* (prés. par M. A. Cotton). — **Utilisation des cellules photo-électriques à enveloppe de verre pour les recherches sur les rayonnements de très courtes longueurs d'ondes.**

Une cellule photo-électrique à enveloppe de verre, susceptible de s'adapter à la détection de radiations à trois courtes longueurs d'ondes est facilement réalisable par interposition d'une couche mince de substance fluorescente agissant comme un changeur de fréquence de radiations. Le choix de la substance est lié à la sensibilité chromatique de la cellule.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Chevenard* et *A. Portevin* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Mécanisme du revenu de la martensite.**

L'étude du mécanisme de la décomposition de la martensite présente de grandes difficultés par suite de l'impossibilité d'obtenir de la martensite pure; celle-ci se trouvant toujours mélangée d'austénite. Les auteurs ont donc commencé par étudier le revenu de l'austénite pure qui peut être détenue pure. Puis, en faisant varier les teneurs en carbone, les températures de chauffe et les vitesses de refroidissement, ils ont préparé des aciers trempés renfermant des proportions variables de martensite et d'austénite qu'ils ont étudiés selon la technique des revenus isothermes, précédemment décrite (*C.-R.*, 191, 1930, p. 408). Les résultats expérimentaux les ont convaincus que leur interprétation des phénomènes de revenu est entièrement conforme aux lois générales établies pour les alliages.

— *F. Bourion* et *E. Rouyer* (prés. par M. G. Urbain). — **Etude cryoscopique du paraldéhyde dans les solutions de chlorure de sodium et de chlorure de baryum.**

Les résultats obtenus sont exposés dans des tableaux.

CHIMIE. — *P. Villard.* — **Sur la réduction des composés oxygénés du phosphore par l'hydrogène.**

Ces composés sont réduits par l'hydrogène avec une telle facilité que la réduction commence dès le rouge extrêmement sombre et, vers 800°-900°, devient assez rapide pour permettre de recueillir, sous trois formes en même temps, ordinaire, rouge orangé, rouge violacé, assez de phosphore pour pouvoir en observer facilement les propriétés, par exemple, la couleur et le point de fusion de la variété ordinaire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Mavrodin* (prés. par M. Delépine). — **Action du bromure de phénylmagnésium sur le diéthylcyanacétate d'éthyle.**

L'action est différente suivant que le dérivé organomagnésien est gras ou aromatique.

— *Brunschwig* et *L. Jacqué* (transm. par M. G. Charpy). — **Sur la formation des gommes dans les carburants.**

Les résultats montrent que de la coloration prise par un benzol au cours de sa conservation, on ne peut rien déduire de précis sur sa teneur réelle en gommes. En outre, dans les carburants qui contiennent des non-saturés, il peut se former des quantités considérables de gommes sous l'action prolongée de la lumière et de l'air.

L. Franchet.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Costantin* et *P. Lebard.* — **Cultures expérimentales de Pommes de terre dégénérées et saines en montagne et en plaine.**

La dégénérescence existe à toutes les altitudes et les auteurs ont constaté, chez toutes leurs plantes issues de tubercules montagnards, des symptômes variés de dégénérescence : enroulement principalement, mais aussi mosaïque et frisolée. La semence montagnarde propagera la maladie si l'on ne tient pas compte de son état pathologique. Sa supériorité, si elle existe, n'apparaîtra que par l'emploi de variétés saines.

GÉOLOGIE. — *Octave Mengel.* — **Mouvements du Quaternaire, dans les Pyrénées méditerranéennes.**

Le mouvement, dont les séismes qui se manifestent par intermittence en cette région sont les indices, se rattacherait aux *mouvements quaternaires* qui ont affecté le pourtour de la Méditerranée occidentale. Du Calabrien au Sicilien, c'est l'exhaussement à des altitudes variant de 280 à 1.000 m. de quelques parties de la Tyrrhénide échappées à l'effondrement, suivi, comme contre-partie, postérieurement au Sicilien, d'un affaissement d'environ 100 m. des côtes catalanes.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. Gavaudan* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur quelques observations vitales concernant l'évolution du vacuome pendant la spermatogénèse des Characées.**

La spermatogénèse des Choracées est comparable à celle des Muscinées ou des Hépatiques ; ainsi c'est après la dernière mitose que commence la seconde partie de la différenciation sexuelle qui consiste dans l'acquisition d'un blépharoplaste et d'un appareil locomoteur commandé par ce dernier.

Dans les cellules spermatogènes, encore au stade du noyau central, l'auteur à mis en évidence des réseaux vacuolaires comparables à ceux que l'on rencontre dans les méristèmes. Le vacuome est parfois représenté par des grains ténus de chromidium disposés en amas irréguliers ou en chapelets, s'associent dans d'autres cas en véritables réseaux.

HISTOLOGIE. — *N. Lœwenthal* (prés. par M. M. Caullery). — **De l'évolution des globules blancs du sang dans la série des Vertébrés.**

Chez les Poissons et les Amphibiens, on trouve dans le sang d'assez nombreuses formes macrolymphocytaires insuffisamment différenciées, qui diminuent ou disparaissent chez les Vertébrés supérieurs.

Le groupe des *mononucléaires* (ou des monocytes) apparaît dans la série des Vertébrés comme un groupe autonome, ne subissant pas dans la règle de transformation granulocytaire. Le taux des cellules éosinophiles et basophiles varie, suivant les Vertébrés considérés. Le taux des cellules neutrophiles est généralement peu élevé chez les

Poissons et les Amphibiens. Chez les Reptiles, la neutrophilie subit plutôt un recul. Chez les Oiseaux, le groupe des neutrophiles semble se perdre, à en juger d'après les espèces examinées de plus près jusqu'à présent.

PHYSIOLOGIE. — *René Fabre* et *Henri Simonnet* (prés. par M. E. Leclainche). — **Contribution à l'étude des phénomènes d'oxydo-réduction. Recherches sur la levure de bière. Influence de la dessiccation.**

Les données exposées dans cette Note étendent à la levure de bière les constatations que les auteurs ont faites antérieurement avec le tissu hépatique, à savoir que les dérivés sulfhydrylés ne sont libérables de valeur combinaison qu'à la suite d'un traumatisme entraînant la mort de la cellule.

— *M*lle *Catherine Veil* et *Adalbert Van Bogaert* (prés. par M. L. Lapicque). — **Les deux chronaxies du cœur mesurées sélectivement suivant la direction du courant électrique.**

La condition commune aux expériences décrites dans cette Note est le sens des lignes de force du courant. Si ce sens est transversal par rapport à la longueur du Faisceau de Gaskell, il est possible de déterminer à distance au moyen de deux électrodes considérées comme diffuses, la chronaxie de celui-ci. Si le sens des lignes de force est parallèle à la direction du Faisceau de Gaskell ou oblique par rapport à cette direction, ce sont les fibres myocardiques qui répondent à l'excitation. L'expérience est encore plus nette si l'on pique deux électrodes semblables de part et d'autre du sillon auriculo-ventriculaire.

— *H. Laugier, W. Libersohn* et *B. Néoussikine* (prés. par M. L. Lapicque). — **Variations de la chronaxie en fonction de la posture chez l'homme.**

On constate une diminution caractéristique de la chronaxie avec l'hyperextension du biceps, et, d'autre part, l'épuisement de cette variation au fur et à mesure que le temps s'écoule, comme si le mécanisme qui produit cette variation se fatiguait progressivement.

L'étude sur les muscles fléchisseurs et les muscles extenseurs des doigts montre que l'hyperextension des fléchisseurs provoque une diminution de chronaxie de ces fléchisseurs, tandis que l'hyperextension des extenseurs provoque une augmentation de la chronaxie de ces extenseurs.

ENTOMOLOGIE. — *Régnier* et *Lespes* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Sur l'existence d'une génération estivale chez le Criquet pélerin** (*Schistocerca gregaria* **Forsk**).

Il s'agit d'une génération estivale du Criquet pèlerin, jamais observée jusqu'ici dans l'Afrique mineure proprement dite, obtenue en partant de pontes d'immigrants recueillies dans la nature. Les auteurs font remarquer l'extrême rapidité avec laquelle les imagos ont acquis la maturité sexuelle et la brièveté de l'incubation des œufs pondus par les descendants directs des immigrants. De plus, la durée totale d'évolution, entre les éclosions des deux générations, s'est montrée égale à celle observée en Egypte.

BIOLOGIE. — *L. Mercier* (prés. par M. F. Mesnil). — **Un nouveau type de cancer du poumon chez la Souris. Hérédité et Greffe.**

Le lymphadénome massif du poumon de la Souris est un véritable cancer par ses caractères histologiques, par son issue fatale et parce qu'il est susceptible d'être greffé. Dans la lignée de Souris mise en expérience, le lymphadénome spontané correspond à un état récessif. Par contre, les Souris sont presque toutes sensibles à la greffe: il est possible que la prise soit dominante sur la non-prise.

PARASITOLOGIE. — *E. Brumpt* (prés. par M. P. Marchal). — **Parasitisme latent de l'*Ixodiphagus caucurtei* chez les larves gorgées et les nymphes à jeun de divers ixodinés (*Ixodes ricinus* et *Rhipicephalus sanguineus*).**

Les expériences que poursuit l'auteur lui permettront sans doute d'établir quelques-unes des causes physico-chimiques susceptibles d'expliquer les curieux phénomènes de parasitisme latent relatés dans cette Note, ainsi que les raisons pour lesquelles des nymphes et des adultes de certaines espèces d'Ixodinées piquées ne se montrent pas parasitées dans la suite.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Georges Fontès* et *Lucien Thivolle* (prés. par M. A. Desgrez). — **Le tryptophane et l'histidine sont des acides eminés hématogènes.**

Des expériences de supplémentation et de carence démontrent que le substratum chimique essentiel de l'hématopoïèse est représenté par le tryptophane et par l'histidine, ce qu'objective la dénomination d'*acides aminés hématogènes* proposée pour ces deux protides.

ZOOLOGIE. — *M*lle *S. Mouchet* (prés. par M. F. Mesnil). — **Formation des spermatophores non pédonculés des Crustacés décapodes.**

La simplicité et la rapidité du mode de formation des spermatophores non pédonculés expliquent et conditionnent leur présence en nombre énorme dans un canal déférent donné. Inversement, la complicité de structure et d'élaboration des spermatophores pédonculés est liée à leur moins grande abondance, mais aussi à la plus grande précision d'une forme immuable. On peut toujours déterminer un Pagure par le simple examen d'un de ses spermatophores, tandis que l'étude morphologique d'un spermatophore non pédonculé ne permet de rien inférer sur sn origine.

— *C. N. Dawydoff* (prés. par M. M. Caullery). — **La vraie nature de *Dogelia malayana*, prétendu Cténophore aberrant de l'océan Indien.**

L'auteur pense que le prétendu *Dogelia malayana* de l'Océan Indien ne justifie aucunement la création d'un ordre nouveau dans le sous-embranchement des Cténophores. Il n'y a même pas lieu d'en faire un genre particulier. Il ne s'agit pas d'un organisme indépendant. C'est simplement le résultat (ou une phase) de la régression d'un Cténophore Cydippide quelconque, sous l'influence de certaines conditions réalisées dans le milieu extérieur.

— *M*lle *Odette Tuzet* (prés. par M. M. Caullery). — **Sur la fécondation de l'éponge siliceuse *Cliona viridis* Schmidt.**

Chez *Cliona viridis*, les processus de la fécondation se rapprochent de ceux qu'a observés J. Bronté-Catenby, chez *Grantia compressa ;* mais, chez *Cliona*, l'œuf dérive d'une cellule amœboïde et la cellule qui charrie le spermatozoïde est aussi un amœbocyte. Ce résultat n'est peut-être pas général pour toutes les éponges siliceuses. Des recherches de l'auteur encore incomplètes semblent montrer que, chez *Spongelia elegans* Nardo, la fécondation se rapprocherait de celle des éponges calcaires.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Maurice-Marie Janot* et *Jean Laurin* (prés. par M. A. Béhal). — **Actiion hypoglycémiante des bulbes de *Allium cepa* L.**

Tous les extraits essayés d'oignons stabililsés se sont montrés hypoglycémiants. D'autre part, la stabilisation par le froid semble donner de meilleurs résultats que la stabilisation par l'alcool à 95° bouillant. Les sucres (teneur s'élevant jusqu'à 26 gr. 50 pour 100), sont, en partie, responsables du déséquilibre constaté dans la glycémie.

P. Guérin.

NOUVELLES

Fondation Lasserre. — Le prix scientifique pour 1930 a été attribué à M. G. Giraud, Professeur de mathématique à l'Université de Clermont.

Université de Paris. — *Faculté de Pharmacie.* — M. Lannoy, agrégé, Chargé de cours, a été nommé Professeur sans chaire.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — *Institut Henri Poincaré.* — M. R. H. Fowler, Professeur à l'Université de Cambridge, donnera 7 conférences (Amphithéâtre Barboux), les 5, 7, 9, 10, 12, 13 et 14 janvier, sur les sujets suivants :

I. *Théorie de l'absorption interne des rayons gamma pour le Radium C';*

II. *Progrès récents dans la théorie du Magnétisme.*

— *Soutenances de thèses.* — Les thèses suivantes pour le doctorat ès-sciences ont été soutenues à la Sorbonne, le 22 décembre : M. Roch : « *Etudes géologiques dans la région méridionale du Maroc occidental.*

M. Gay : « *Mouvement lent d'un solide en liquide visqueux indéfini et incompressible.*

— *Faculté de Pharmacie.* — Le titre de Professeur sans chaire a été conféré à M. Lannoy, agrégé, Chargé de cours.

— *Cité Universitaire.* — Mme Bhannati S. Krishnavarma vient de fonder, en souvenir de son mari, une chambre au profit d'un étudiant hindou à désigner par l'Institut de Civilisation indienne de l'Université de Paris.

Une chambre avait été fondée en 1929 par M. Hansen au profit d'un étudiant norvégien à choisir de préférence parmi les anciens élèves norvégiens du lycée de Rouen.

Un industriel d'Oslo vient, à son tour, de faire parvenir à la Fondation nationale de la Cité universitaire de Paris, un chèque de 100.000 fr. destiné à fonder deux chambres au profit d'étudiants norvégiens sans distinction d'origine.

Il est entendu que si une Fondation norvégienne vient à être faite un jour à la Cité universitaire, cette souscription sera, comme celle de M. Hansen, reversée à cette Fondation.

Ecole supérieure des Mines. — M. Demay, Ingénieur en chef de 2e classe a été nommé sur sa demande, professeur titulaire, à titre d'occupation principale, du cours de Géologie générale.

Université de Bordeaux. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmaecie.* — M. Mauriac, Professeur de médecine expérimentale est nommé Professeur de Clinique médicale en remplacement de M. Verger.

Université de Caen. — *Faculté des Sciences.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Bonygues, maître de conférences de Botanique.

Université d'Aix-Marseiile. — Il est créé 1° un diplôme de pharmacien; 2° un diplôme de docteur en pharmacie; 3° un diplôme de docteur-médecin de cette Université.

Université de Lyon. — Il est créé un Institut de Médecine du travail.

— La Faculté des Sciences est autorisée à délivrer un certificat d'études supérieures de Mécanique appliquée.

Le certificat d'études supérieures de Mécanique rationnelle et appliquée est transformé en certificat d'études supérieures de Mécanique rationnelle.

Université de Lille. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Le Doyen est autorisé à accepter 1° la donation faite par M. et Mlle Lemoine d'une somme de 25.000 francs; 2° la donation faite par MM. Lemoine et Peter d'une somme de 25.000 francs. Les revenus seront affectés à la clinique médicale de l'Hôpital Saint-Sauveur, clinique A, à Lille, dans le but de favoriser les recherches de thérapeutique et de clinique.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Table pour la détermination directe des combinaisons d'engrenages, par André Sobek, Ing. A. M. Un vol. de 144 pages. Ch. Béranger, éditeur, Paris. — Prix : 65 francs.

On sait que de nombreuses applications des arts mécaniques nécessitent l'établissement de combinaisons d'engrenages. Grâce à quelques principes simples, l'Auteur est parvenu à établir la présente Table numérique dont l'emploi conduit, par une voie inverse de celle qui est généralement suivie, aux *solutions optima* de la plupart des cas d'espèce, même si le nombre des combinaisons possibles, qui impliquent les assortiments dont on dispose, se chiffre par millions.

Cette manière de procéder est justifiée au début d'un exposé de 48 pages, lequel donne aussi des indications détaillées sur le mode d'emploi des tables, lesquelles occupent les 96 pages qui suivent.

G. Bouligand.

Aide-Calcul Graphique pour la Mécanique Générale, par Coloman Vargha, Ingénier. Collection de 20 abaques grand format. Ch. Béranger, éditeur, Paris. — Prix : 82 francs.

Ces abaques, dressés et imprimés avec le concours de l'Office des Recherches et Inventions, sont présentés par M. J.-L. Breton, Membre de l'Institut, dans une préface d'où nous tirons les considérations suivantes :

M. Vargha a voulu mettre à la portée de tous les ingénieurs s'occupant de construction mécanique une série d'abaques d'usage facile, grâce à une présentation très uniforme et très claire et il a été grandement aidé par l'exécution typographique remarquable que l'éditeur Béranger a mis à sa disposition.

Cet ouvrage est caractérisé :

1° Par la forme des abaques. Ce sont des abaques cartésiens simples dans le cas de trois variables, ou des abaques cartésiens accolés. Ce type a été choisi comme plus en rapport avec les habitudes d'esprit des lecteurs accoutumés à la présentation par des diagrammes de résultats d'expériences ou de calculs. La lecture est facilitée par des oppositions de teintes, et l'emploi par des exemples.

2° Un usage constant de la graduation logarithmique des échelles donne des tracés utilisables dans un champ étendu et des échelles convenablement associées que l'on n'a pas craint de multiplier, mettent à l'abri des erreurs de lecture.

3° Un emploi judicieux de l'anamorphose a permis de conjuguer les abaques accolés par un système de droites traversant obliquement le champ des tracés. C'est là une disposition essentiellement propre à faciliter la translation d'un abaque à l'autre de la valeur de la variable de liaison et qui permet en même temps l'emploi d'échelles multiples dans les deux abaques.

Ces détails ont une importance qui n'échappera pas aux usagers : ils permettent une précision de lecture qui dépasse largement les nécessités de la pratique pour toutes les variables qui figurent dans les calculs techniques.

Nous souhaitons vivement le succès de cette publication et nous espérons que l'auteur nous présentera bientôt d'autres séries d'abaques aussi utiles.

Ed. M.

Agenda Béranger 1931. — Carnet de poche en similicuir (14 × 9) de 348 pages de texte suivies de l'Agenda financier propremnt dit. Ch. Béranger, éditeur, Paris. — Prix : 16 francs.

Sous un format réduit, l'Agenda contient un grand nombre de données utiles, notamment en Mathématique, Banque, Travaux publics, Bâtiment, Mécanique, Electricité; T.S.F., Automobile, Aéronautique.

Chaque année, le nouveld Agenda traite de quelques sujets bien choisis qui augmentent sa valeur documentaire. Celui de 1931 contient tant de nouveautés que nous ne pouvons les énumérer.

Nous recommandons cet Agenda à tous ceux qui ont besoin de renseignements sur les matières indiquées ci-dessus.

Ed. M.

Atlas pittoresque des Colonies françaises (Recueil de vues géographiques de toutes les colonies, accompagnées de notices et de légendes explicatives, dues à de nombreux collaborateurs). In-4°. Les Editions Pittoresques, 101, rue du Faubourg Saint-Denis.

La colonisation a été longtemps en France l'apanage d'une minorité. Mais les Franaçis ont enfin compris que leurs colonies faisaient partie intégrante du patrimoine national; qu'elles étaient les greniers d'abondance d'où pouvaient leur venir toutes matières premières pour l'alimentation, le vêtement, la construction; qu'elles offraient aux esprits avisés et hardis les possibilités d'un établissement agréable et largement rémunérateur; que les indigènes n'étaient pas nécessairement des ennemis ou des victimes, mais des associés, des collaborateurs et — la guerre l'a prouvé — des défenseurs; bref, depuis que les colonies sont considérées à juste titre comme le prolongement, le complément économique, social, moral de la France même, qui donc n'est pas, peu ou prou, colonial ?

Or, pour être colonial, il faut *aussi* connaître les colonies; et cette connaissance, en l'absence d'ouvrages destinés à éclairer le grand public, est souvent en défaut. Certes, les livres ne manquent pas qui nous renseignent sur les colonies, leur géographie, leurs ressources, leurs possibilités d'exploitation; d'autres viendront, plus documentés que leurs prédécesseurs, plus « à la page »; il n'en est pas encore qui donnent des habitants, des paysages, des villes ou des villages, des rivières, des monts, de la steppe ou de l'oasis, de la jungle ou de la forêt, de la savane ou de la brousse des images révélatrices destinées à soutenir, à localiser, à vivifier les connaissances plus froides de l'économie politique et sociale.

Il appartenait aux Editions pittoresques d'effectuer cette initiation. Elles l'entreprennent sous la forme qui a réuni tous les suffrages avec l'*Atlas pittoresque de la France*, d'Onésime Reclus. Une illustration abondante, variée, caractéristique, comprenant près d'un millier de photographies; des cartes claires dont la simplicité ne néglige rien d'essentiel; un texte explicatif, ayant surtout pour but de commenter le document photographique et la carte géographique, voilà ce qu'on trouvera dans le volume que nous publions sous le titre d'*Atlas pittoresque des Colonies Françaises*.

Nous sommes assurés que le public lui fera le même accueil qu'à l'*Atlas pittoresque de la France*, qu'il complète, comme les colonies elles-mêmes complètent la métropole et forment avec elle la nation agrandie.

L'*Atlas pittoresque des Colonies Françaises* complète très heureusement l'*Atlas pittoresque de la France*, de O. Reclus, paru précédemment. Les éditeurs consentent un *prix de faveur* pour l'acheteur des deux ouvrages à la fois.

S. R.

Chasses en Afrique Française, par Bruneau de Laborie. In-8° illustré (Société d'Edition).

Ce livre contient des notes du grand explorateur, spécialement consacrées à la chasse. On y peut se rendre compte des préoccupations et de la vie d'un chasseur en Afrique équatoriale, dans cette Afrique où il a trouvé la mort. C'est un livre passionnant, qui nous renseigne sur les grands animaux de l'Afrique, sur leur vie et leurs mœurs.

De pittoresques illustrations viennent en compléter l'attrait.

S. R.

La Palestine, par Jérôme et Jean Tharaud. 1 vol. in-4° illustré (Editions Alpina).

Voici un magnifique volume, abondamment et artistiquement illustré. Ces illustrations parfaites viennent à l'appui de la magistrale étude que Jérôme et Jean Tharaud consacrent à la Palestine. On y retrouve leur vision aiguë, leur style précis, leur élégance nerveuse, ainsi que leur habituelle pénétration psychologique. A tous égards, ce livre est un livre d'art, tant pour son texte que pour ses illustrations et planches hors texte. Il est, en même temps, un inappréciable document iconographique.

S. R.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 2 — 69e ANNÉE — 24 JANVIER 1931

LE LABORATOIRE AMBULANT

par P. PORTIER

La fièvre de déplacement est une des caractéristiques les plus frappantes de notre époque. « Voir du nouveau » est un besoin impérieux de tout homme intelligent durant la période active de son existence. Malheureusement, faute d'une préparation suffisante de son cerveau, il ne parvient pas toujours à satisfaire sa curiosité intellectuelle.

Combien d'entre nous sont-ils capables d'apprécier la faune, la flore, les formations géologiques des contrées qu'ils traversent ? Nos connaissances en histoire, en archéologie sont, trop souvent, insuffisantes pour nous permettre d'évoquer les souvenirs historiques qui s'attachent aux monuments, pour goûter toute leur beauté.

Secrètement déçu dans ses espoirs; le touriste se laisse gagner par la folie de la vitesse ; il parcourt de multiples contrées ; il n'en voit aucune.

Et cependant, judicieusement employée, la locomotion automobile constituerait un merveilleux moyen d'instruction. Je voudrais montrer ici qu'elle doit être aussi, pour la recherche scientifique, un instrument des plus précieux.

Laboratoires ambulants. — De nombreux et importants problèmes de biologie restent en ce moment en suspens en raison du défaut de moyens d'investigation appropriés.

Les fonctions des êtres vivants sont sous la dépendance des agents physiques et chimiques.

Un poisson, un mollusque qui passe de la mer dans l'eau saumâtre subissent des modifications de leur milieu intérieur. Nous nous efforçons de réaliser dans nos laboratoires cette étude des variations méthodiques du milieu intérieur en fonction de celles du milieu extérieur. C'est ainsi que Paul Bert étudie l'influence des variations de la pression atmosphérique. Les résultats sont à la base de nos connaissances sur ce sujet. Mais n'est-il pas permis de douter que les conditions un peu artificielles réalisées dans le laboratoire, vont amener *toutes* les réactions si complexes qui se produisent normalement dans la nature ?

Barcroft, le distingué physiologiste anglais a dirigé, il y a quelques années une expédition scientifique dans les Andes pour reprendre les études déjà anciennes de Paul Bert.

Le Central Railway avait converti à son intention en laboratoire mobile un wagon à bagages de 13 mètres de long. Barcroft, qui avait travaillé dans plusieurs laboratoires d'altitude donne ses préférences à ce laboratoire admirablement agencé et qui, c'est là le point capital, pouvait se transporter avec tout son personnel et ses instruments aux différentes altitudes atteintes par la voie ferrée.

Grâce à ce merveilleux instrument de travail, Barcroft montra qu'en réalité les mécanismes d'adaptation à la haute altitude sont beaucoup plus nombreux et complexes que ne le pensait Paul Bert.

Comme toujours, en pareil cas, l'organisme

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

réagit d'abord par des modifications rapides et transitoires, il pare au plus pressé, puis viennent des modifications lentes et durables. Celles-ci s'adressent à l'appareil respiratoire, aux organes de néoformation des globules rouges, au rein, au cœur, à l'appareil vaso-moteur, etc. Ce transport progressif et ce séjour à l'altitude font donc jouer une série de mécanismes physiologiques qui restent à l'état latent dans les conditions de vie normale. Voilà ce que la chambre pneumatique de Paul Bert ne pouvait montrer, voilà ce

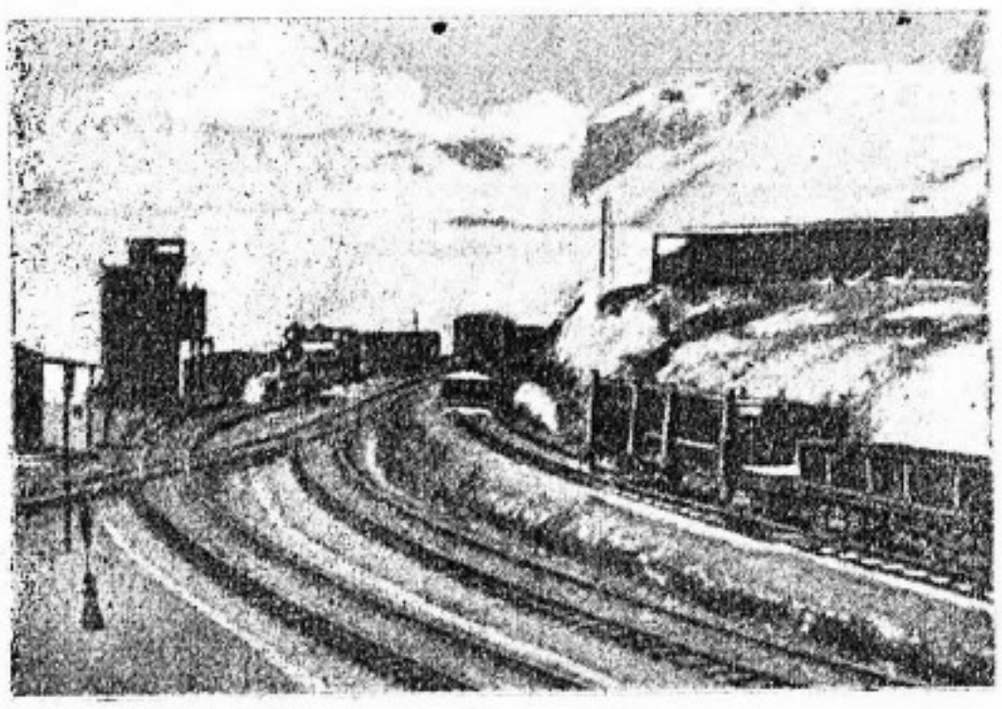


Fig. 1. — Ticlio près du sommet du Central Railway du Pérou.

que le laboratoire ambulant a permis de découvrir.

On pourrait multiplier ces exemples. Mais, puisque M. André Citroën a eu le grand mérite d'ouvrir le désert à la locomotion automobile, je vais essayer de montrer ce qu'au point de vue purement biologique, on pourrait y entreprendre avec un laboratoire roulant.

La biologie du désert ? Mais la caractéristique du désert n'est-elle pas précisément l'absence d'êtres vivants ? Certes, oui, si l'on prétend établir un contraste entre le désert et les contrées peuplées. Non, si un œil exercé sait découvrir ce que le désert recèle en réalité.

Voici une étendue de sable sur laquelle un examen attentif ne révèle rien de vivant. Mais vienne une pluie abondante et, en quelques jours, la terre sera couverte de jeunes plantes dont les graines étaient dissimulées. Les plantules vont croître avec une rapidité surprenante comme si elles se hâtaient de profiter de conditions favorables qui ne se retrouveront peut-être qu'au bout d'un grand nombre d'années. Bientôt, les animaux arrivent à leur tour, les insectes en particulier, qui semblent participer à cette accélération de développement.

Au désert, la vie n'est donc pas localisée, comme on le croit quelquefois, dans les oasis. Au milieu du Tanezrouft, ce « super désert », les explorateurs de la « Croisière noire » découvrent sous un gommier épineux une vipère à cornes. Ce reptile doit se nourrir ; ses proies elles aussi se nourrissent ; il y a donc un enchaînement bien peu connu encore.

On a pu l'étudier dans d'autres parties du Sahara. Dans le Nord, à quelque distance de Biskra, Hartert a observé une plaine de sable couverte d'une quantité innombrable de petites dunes de sable dont l'origine est bien spéciale. Le centre de chacune de ces collines en miniature est occupé par une plante (*Salsola* ou *Limonastrum*).

Le sable chassé par le vent si fréquent au désert, s'est accumulé autour de cet obstacle. La plante sous cette étreinte, croît en hauteur, et dépérit par la base. A la fin, elle meurt étouffée, mais le cône de sable dont elle forme l'axe, subsiste et durcit.

Alors arrivent divers animaux : un rongeur (*Meriones getulus*), qui creuse son terrier ; un oiseau (*Saxicola moesta*) voisin de notre Traquet motteux qui vient nicher dans ce terrier. Souvent aussi, on rencontre là la redoutable vipère cornue, et aussi un charmant petit serpent inoffensif (*Zamenis diadema*) ; un joli lézard (*Acan-*

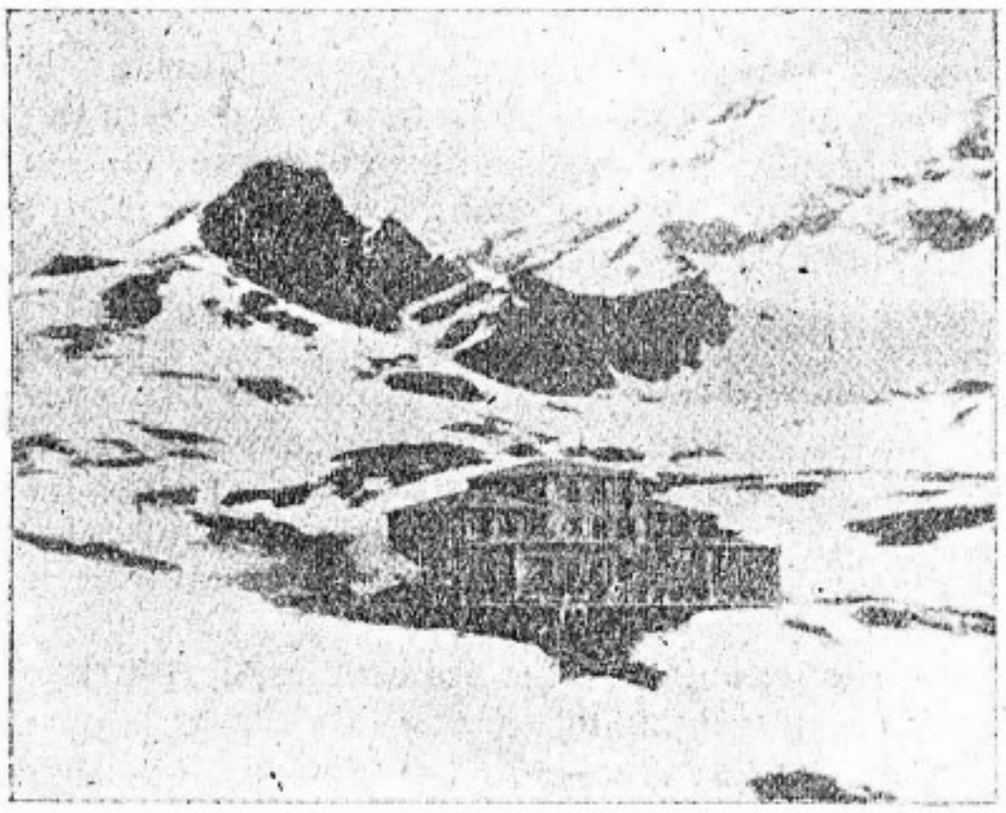


Fig. 2. — Laboratoire du Col d'Olen.

thodactylus scutellatus, ainsi que le Gecko, animal nocturne.

Les coléoptères abondent (*Anthia, Graphipterus, Tenebrionides*). Il est à présumer que les insectes vivent des débris de la plante ou des excréments des animaux ; que les oiseaux dévorent ces insectes ; que la vipère cornue s'offre de temps à autre un jeune rongeur ou un petit oiseau. Il y a là, en somme, un cycle fermé, un microcosme, un îlot de vie presque autonome au milieu des sables azoïques qui l'entourent.

Mais que de points à préciser et quel beau sujet de thèse pour un jeune naturaliste.

En somme, le désert est une contrée hostile aux êtres vivants ; mais parmi ceux-ci, il en est qui sont parvenus à triompher des difficultés qui leur barraient la route. Ils se sont « adaptés » à ces conditions défavorables et, ici encore, comme pour l'altitude, ce sont les mécanismes qui ont joué qu'il serait puissamment intéressant d'élucider.

Le problème le plus fréquent et le plus ardu pour les habitants du désert est celui de l'approvisionnement en eau. Comment trouver de l'eau dans ces plaines de sable brûlant ? L'homme en possession de la science du XX^e^ siècle, succombe à la soif, dans le désert, lorsque sa provision d'eau est épuisée. Les êtres « adaptés » ont trouvé, non pas une, mais de multiples solutions au problème.

Le fait que certaines graines se conservent à l'état de vie latente, pendant de très longues périodes, lorsqu'elles sont à l'état de dessiccation, est connu depuis longtemps. Certains protozoaires des sables semblent posséder la même propriété.

Mais on est surpris de rencontrer des animaux d'une structure compliquée, et même des Mammifères, dans ces contrées où l'absence d'eau, apporte de tels obstacles à la vie normale. L'observation montre que leurs besoins

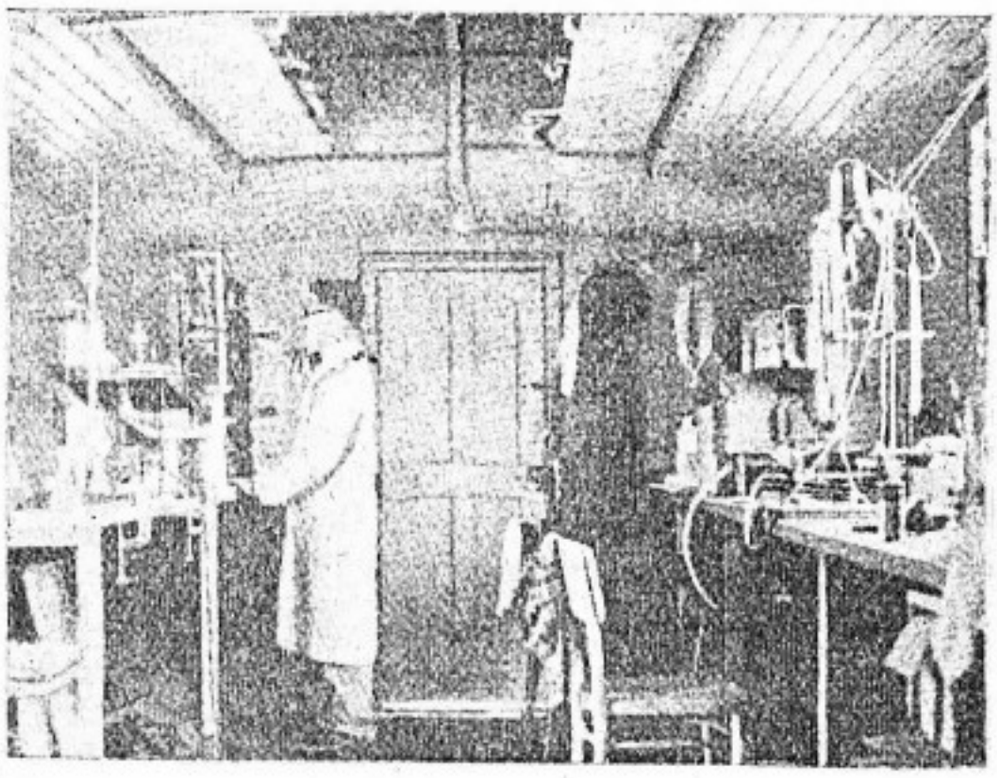


Fig. 3. — Interieur du laboratoire mobile.
Central du Railway du Pérou.

en eau sont très réduits. Ainsi, la Gerbie, même en captivité, refuse pendant des mois l'eau qui lui est offerte ; celle qu'elle trouve dans l'avoine et le son lui suffit ; elle refuse même des aliments hydratés comme les carottes ou les pommes.

Certaines gazelles du Soudan (*Addax*, *Oryx*) semblent aussi se contenter de l'eau qu'elles trouvent dans les graminées qui constituent leur nourriture. Elles ne boivent pas, même quand elles ont de l'eau à leur portée.

Par contre, on sait que les Chameaux boivent avant de partir pour la traversée du désert. Ils font alors une provision d'eau qui s'emmagasine dans des poches spéciales, dépendance du premier estomac (panse). Ces diverticules, très nombreux (800 et plus), peuvent contenir 5 litres deau.

Mais la caractéristique la plus frappante de ces mammifères désertiques est le pouvoir sépa-

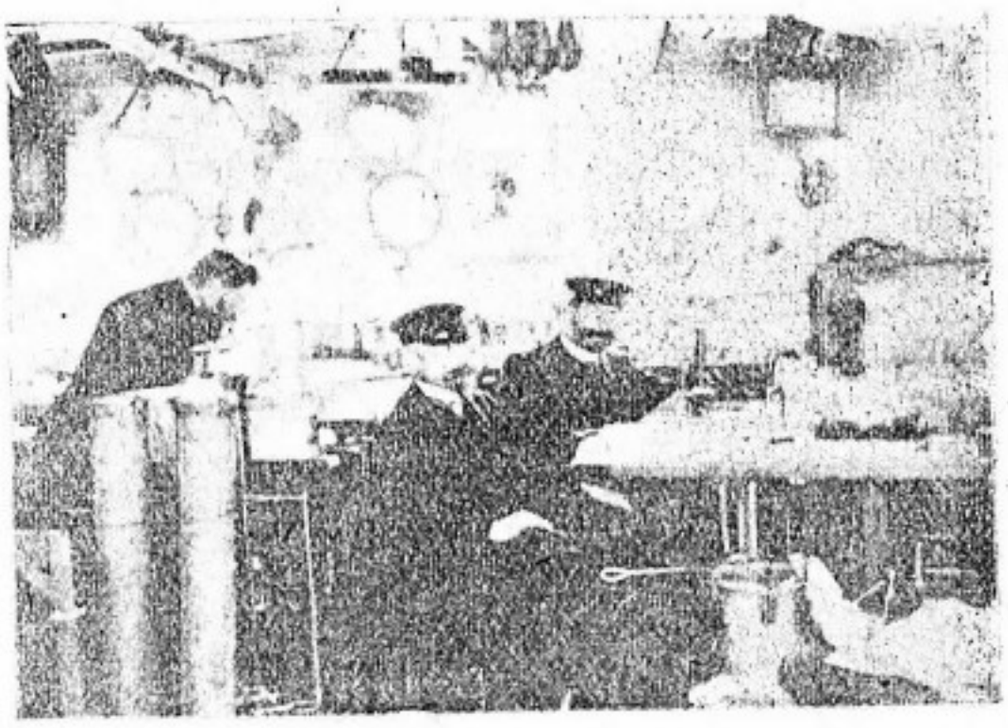


Fig. 4. — Laboratoire de la « Princesse Alice »
(Le bateau-laboratoire du Prince de Monaco a été un de premiers laboratoires ambulants et un de ceux qui ont apporté à la science les plus précieuses découvertes).

rateur de leur rein. La concentration saline de leur urine, est, en effet, extraordinairement élevée, ce qui leur permet d'éliminer leurs déchets accompagnés d'une très faible quantité d'eau, et aussi d'étancher leur soif avec de l'eau saumâtre.

Chose curieuse, ces mêmes particularités touchant l'élimination et l'utilisation d'eau très salée, se retrouvent chez les mammifères marins (phoques, par exemple). Ce n'est d'ailleurs pas le seul rapprochement qui s'impose entre les adaptations désertiques et marines.

Il serait très important d'élucider le mécanisme de cette rétention d'eau dans l'organisme. Il ne semble pas douteux que le rein soit modifié. Mais il faudrait voir aussi ce qui se passe du côté des tissus. Cette étude, répétons-le, ne peut se faire avec fruit, que sur des animaux placés dans leurs conditions normales d'existence.

Cette rétention d'eau existe aussi chez certains Batraciens. Dans les déserts d'Australie, le *Chiroleptes platycephalus*, creuse des terriers, dans lesquels il passe toute la saison sèche grâce au pouvoir d'absorption et de conservation d'eau qu'il possède à un degré surprenant.

D'après L. Harrison, si on prend un *Chiro-*

leptes, maigre, sec, semblable à un hareng saur, et qu'on le place dans l'eau; on voit en *deux minutes*, cette grenouille absorber (par la peau en même temps que par la bouche) une telle quantité d'eau, qu'elle devient sphérique et ressemble à « une balle pansue de tennis ». Les habitants des contrées qui avoisinent ces déserts se servent parfois de cet animal comme d'une source d'eau potable. Il semble donc que cette eau qui s'accumule dans la vessie, dans le tissu cellulaire sous-cutané, dans la cavité péritonéale, ne diffuse pas vers le sang. En tous cas, la pénétration d'une telle quantité d'eau dans les tissus d'un Batracien non adapté entraînerait une mort rapide.

Il y a donc, là encore, une série de mécanismes bien curieux à étudier sur place.

On sait qu'il existe dans le Sahara une énorme différence de température entre le jour et la nuit, et, bien que l'état hygrométrique soit faible pendant les heures chaudes, la vapeur d'eau arrive pendant la nuit, à son point de saturation.

Les plantes à aiguillons si abondantes dans ces contrées, condensent cette eau, et le matin, on peut observer les insectes qui étanchent leur soif aux gouttelettes qui perlent sur ces aspérités ; c'est une source à leur échelle. Cette eau passe ensuite dans l'organisme des insectivores et même des carnassiers, car un petit renard (*Vulpes zerda*), qui vit dans certaines parties du Sahara se nourrit uniquement d'insectes, et il semble que ceux-ci soient sa seule source d'eau.

Les animaux qui possèdent de puissants moyens de locomotion vont s'approvisionner à de grandes distances. La perdrix des sables (*Pterocles arenarius*) se rassemble à des heures déterminées, au bord des cours d'eau souvent très éloignés de son habitat. Elle a les pattes très courtes, de sorte que le plastron de plumes qui garnit son thorax, plonge dans l'eau pendant qu'elle boit. Le mâle favorise même la pénétration de l'eau par des mouvements appropriés. Quand les plumes sont complètement imbibées, il prend son vol et rejoint sa famille. Dès qu'il s'est posé au milieu d'eux, les jeunes poussins se précipitent sur lui et recueillent l'eau emmagasinée dans son plastron, par une manœuvre qui rappelle la tétée des jeunes mammifères. On est parvenu à élever en volière certaines espèces de *Ptérocles*, et on a vu que les jeunes refusent toute autre manière de boire jusqu'à ce qu'ils puissent voler.

La préservation contre le rayonnement solaire est une autre caractéristique de la vie dans le désert. Pour se soustraire à l'ardeur du soleil, beaucoup d'animaux vivent, pendant le jour, sous la surface du sol.

Beaucoup de reptiles possèdent un rostre qui leur permet de creuser le sable et des écailles qui protègent les yeux ; leur progression est si rapide qu'ils semblent nager à l'intérieur du sable comme certains poissons marins (Lançons). Encore un rapprochement avec le milieu marin.

Certains Mammifères fouisseurs comme la Gerbie, présentent aussi des modifications en rapport avec leur genre de vie (museau contractile, narines recouvertes d'un repli de la peau).

L'exposition au soleil est souvent un arrêt de mort pour ces animaux. Si on tire de son terrier un petit lézard (*Tiliqua*), et qu'on le place sur le sable pendant les heures chaudes, on le voit courir quelques mètres et tomber mort. D'autres animaux sont en possession de moyens de lutte efficace. L'*Uromastix*, gros saurien du Sahara, étudié par P. Langlois, présente une véritable polypnée thermique comme le chien, c'est-à-dire une évaporation, au niveau des premières voies respiratoires qui produit un abaissement de température.

Au désert, pendant le jour, les oiseaux ne couvent pas leurs œufs pour leur procurer de la chaleur, mais bien pour constituer un écran contre une insolation exagérée.

Au combat de Kut-el-Amara, les perdrix des sables, effrayées par les détonations du canon, ayant abandonné leurs œufs, ceux-ci furent cuits par le soleil.

Que deviennent les cadavres au désert ? Nous savons que, dans les contrées où abondent les êtres vivants, les cadavres disparaissent rapidement. Les mammifères carnassiers, les insectes, les bactéries se partagent ces dépouilles. Un cadavre abandonné sur le sable, au milieu du désert le plus « azoïque » ne persiste pas non plus pendant longtemps. Ce sont d'abord les grands rapaces diurnes qui, doués d'une acuité visuelle prodigieuse, les aperçoivent du haut des airs à une distance énorme. Ils font disparaître rapidement les muscles et les viscères. Dans un îlot désertique de l'Atlantique (1), j'ai observé que les plumes des cadavres des oiseaux abandonnés sur le sable étaient dévorées par les chenilles d'un microlépidoptère (*Tinea*). En est-il de même dans les grands déserts ? Et, dans ce cas, comment les larves peuvent-elles arriver au cadavre ? Le déplacement de ces petits papillons est très limité. On peut se demander si les femelles ne seraient pas transportées par le grand rapace qui les hébergerait au milieu de ses plumes.

Le soleil dessèche et momifie les quelques parties molles qui persistent sur le squelette, mais il semble probable que les bactéries doivent intervenir aussi, même dans les conditions anormales où elles doivent travailler. Elles constituent un chaînon fondamental dans le circulus

(1) Ilot Branco, visité par une expédition du Prince de Monaco.

de la matière à la surface de la planète. On sait d'ailleurs qu'elles existent dans les sables du désert où elles ont subi des adaptations qui leur permettent de se développer (1) dans le milieu si particulier où elles se trouvent. Ce sont, en effet, pour la plupart, des bactéries « thermophiles » qui se multiplient encore à 50 et 60 degrés, températures nocives pour les bactéries non adaptées. Il y aurait lieu de voir comment elles supportent l'insolation qui est, d'habitude, un facteur de stérilisation si efficace.

Chose curieuse, M. Nègre a constaté que ces bactéries s'accommodent bien aussi de milieux contenant une proportion élevée de chlorure de sodium (30 grammes et jusqu'à 60 grammes par litre)[e]; encore un point de contact avec le milieu marin ; d'ailleurs, on sait que le sable de beaucoup de déserts contient une forte proportion de sels.

En ce qui concerne la répartition des bactéries dans les sables du désert, leur abondance ou leur rareté, nous n'avons jusqu'à présent aucun renseignement. Dans la mer, les bactéries accompagnent les êtres vivants : abondantes près des côtes et à la surface, là où le plankton est abondant ; elles se raréfient et même disparaissent au-delà de mille mètres pour reparaître près du fond où les êtres vivants sont de nouveau présents. C'est qu'en effet, comme nous l'avons fait remarquer, la principale fonction de ces microorganismes est de remanier les déchets de la vie en les ramenant à l'état minéral. Ils pullulent donc où ils ont du travail à accomplir, et là seulement. Il serait bien intéressant de voir si la même loi s'applique aux sables du désert.

En tous cas, il semble bien que les bactéries pathogènes soient très rares dans ce milieu soumis à une violente insolation. Les blessures les plus graves guérissent au Sahara avec grande rapidité, et sans aucun traitement. E. F. Gautier cite le cas de Rohlfs « laissé pour mort dans la région de la Saoura et qui s'est rétabli sans soins médicaux ». Le soleil du désert, comme le froid polaire, stérilise et aseptise.

Ces quelques exemples choisis parmi beaucoup d'autres suffiront, je pense, à montrer les services qu'on peut attendre du laboratoire mobile. Je n'ai en vue ici que les recherches biologiques, mais il va sans dire que ce mode de travail peut convenir pour des études très diverses.

Il semble. par exemple, qu'on pourrait, avec beaucoup de profit, monter une expédition pourvue de toutes les ressources modernes, pour la recherche de nouvelles régions artésiennes.

D'une manière générale, le laboratoire mobile serait très précieux pour l'étude méthodique des ressources de nos colonies, et leur mise en valeur. Beaucoup moins dispendieux et plus malléable que le « laboratoire œuvre d'architecte », il doit précéder et préparer ce dernier.

Quant aux détails de réalisation du laboratoire ambulant, ils ne sauraient trouver place ici. Je dirai seulement qu'il me semble inutile de construire des voitures spéciales et compliquées. N'avons-nous pas vu, pendant la guerre, de grands camions militaires agencés en postes de radiographie ?

Des camions analogues, pourvus de l'instrumentation nécessaire pour faire *une recherche déterminée*, pourraient être mis à la disposition d'une équipe de naturalistes composée d'un très petit nombre de jeunes savants : trois ou quatre au plus.

J'insiste sur ce point qu'il importe d'envisager un groupe d'expériences s'adressant à la solution d'un même problème ; par exemple, celui du mécanisme des échanges d'eau chez les animaux adaptés à la vie désertique.

Il faut que le groupe de chercheurs ait une *autonomie complète*, lui permettant de séjourner ou de se déplacer suivant les besoins expérimentaux.

En aucun cas l'expédition ne devrait comprendre de naturalistes collectionneurs.

(1) Nègre. — Thèse de Doctorat ès-Sciences de la Faculté de Paris, 1918.

Principales sources utilisées : Buxton, *Animal Life in deserts*, London, 1923.
E.-F. Gautier, *Le Sahara*, Payot, 1923.

LES PRÉCURSEURS D'HIPPARQUE

par **L. FILIPPOFF**
Assistant à l'Observatoire d'Alger

Comme bien d'autres phénomènes astronomiques, la précession est pour nous, aujourd'hui, d'un intérêt purement théorique, n'agissant que sur les coordonnées des étoiles, qui changent continuellement à cause du déplacement de leur origine.

Mais les peuples anciens vivaient plus près de la nature. Leur vie sociale et religieuse était par conséquent, réglée par des phénomènes célestes qui sont sans aucune importance pratique pour nous aujourd'hui. Tels étaient les phases de la Lune en ancienne Chaldée et chez les anciens hébreux, le lever héliaque des étoiles en ancienne Egypte et surtout l'entrée du Soleil dans le signe de l'équinoxe du printemps et *le passage* du point vernal d'un signe du Zodiaque à l'autre.

D'un autre côté, le phénomène de la précession avait conduit les anciens à l'idée de l' « ἀποκαϊάστασις » ou la rénovation périodique du monde au bout de l'accomplissement de son cycle entier en 25.787 ans. L'on sait quel grand rôle dans l'histoire de la culture spirituelle de l'humanité jouait cette dernière idée depuis les croyances religieuses de l'ancienne Chaldée et la philosophie de la Grèce antique, jusqu'aux penseurs du moyen âge.

Il est donc compréhensible que depuis longtemps les astronomes et les historiens aient tenté de trouver l'époque et le pays où le phénomène de la précession fut découvert pour la première fois par les anciens observateurs du ciel. Et après des années d'études et de nombreux mémoires sur ce sujet, on pense aujourd'hui, en général, que « l'honneur » de cette découverte, la plus grande de l'astronomie ancienne, appartient uniquement et totalement à Hipparque de Nicée (Bithynie), l'astronome de Rhodes. Quant à la date de la découverte, l'on admet avec Ptolémée, le contemporain d'Hipparque, que le phénomène de la précession fut constaté par le grand Grec en l'an 127 avant J.-C.

Or, mes modestes recherches m'ont conduit à des résultats qui m'incitent à croire que le grand astronome de Nicée fut devancé dans sa découverte, au moins de 2.000 ans ! Et, comme dans presque toutes les branches de la Science, ce fut par les astronomes égyptiens, les prêtres du grand Râ d'Héliopolis ! Ce qui ne nous étonnera point, si nous nous rappelons que les dernières découvertes égyptologiques nous font *pressentir* que déjà cinq mille ans avant J.-C. les prêtres de la ville du Soleil possédaient une science du ciel très avancée. Ce pressentiment se transformera bien vite en une ferme conviction, si nous demandons à la science du ciel elle-même de contrôler ces découvertes et de nous donner la clef des énigmes que nous cache encore le vieux pays des Pharaons.

La précession des équinoxes sera pour nous ce mot magique, « le Sésame ouvre-toi ! » des contes des Mille et une Nuits...

II

Connaissant la cause de la précession nous pouvons déterminer aujourd'hui, avec précision, les positions du point vernal sur la sphère céleste pour de très grands intervalles de temps avant et après notre époque.

J'ai donc calculé les positions du point vernal pour un intervalle de près de 14.000 ans : depuis l'an 9.000 avant J.-C. jusqu'à l'année 5.000 de notre ère.

Il fallut ensuite, pour me rendre compte du déplacement séculaire du point vernal à travers le Zodiaque, transporter ces positions calculées sur les cartes d'un bon atlas céleste, dont une des propriétés serait d'assigner aux constellations des limites aussi voisines que possible de celles que leur donnaient les anciens et qui nous ont été léguées par la tradition. Nos conclusions dépendent, en effet, de l'exactitude avec laquelle ces limites seront tracées sur nos atlas modernes.

Les cartes des atlas existants ne permettant pas de représenter sur une seule feuille les déplacements du point vernal pour un si long intervalle, je les ai transportées sur une carte, que j'ai dressée moi-même et que les dimensions ne me permettent pas de reproduire ici. Elle donne les positions des étoiles jusqu'à la septième grandeur, limite de la visibilité à l'œil nu, ce qui est très suffisant pour l'instant. D'autre part, j'ai tracé les limites des astérismes d'après celles de la célèbre « Uranometria Nova » d'Argelander, qui, seules, étaient recommandées comme devant être admises « ne varietur ».

J'avais ainsi devant mes yeux la courbe, décrite par le point vernal depuis l'an 9.000 avant notre ère. Et j'ai pu constater alors, que les mentions de déterminations des positions du point vernal se trouvent sur toutes les premières pages de l'histoire de l'ancienne Egypte.

Seulement, selon la coutume égyptienne, elles étaient couvertes, comme toutes les autres connaissances des prêtres, d'un voile épais de symbolisme et cachées jalousement aux profanes.

On sait, en effet, qu'un des plus anciens cultes divins du pays du Nil Bleu était celui du Taureau Sacré Apis (de Phtah) à Memphis, Mnenis (de Râ) à Héliopolis (fig. 1), Minou à

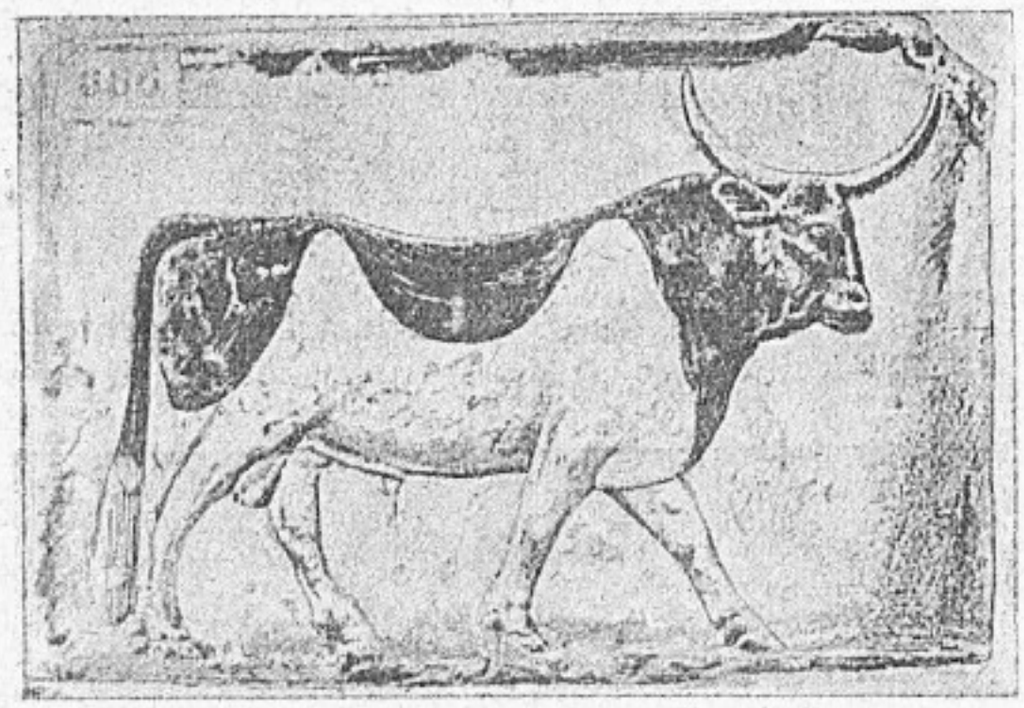


Fig. 1. — Mnenis
(d'après Maspero H. A. *des Peuples de l'Orient*).

Thèbes (fig. 2). Or, Manethon nous communique que le culte de ces deux animaux sacrés, images vivantes de Phtah et Râ a été fondé par le deuxième roi de la IIe dynastie thinite

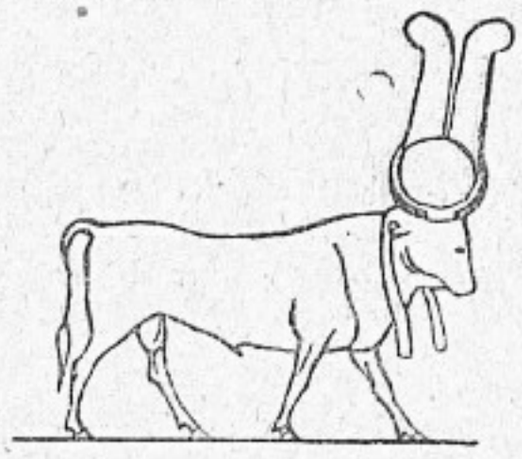


Fig. 2. — Minou
(d'après Richma E., *Handwöterbucg d. Eyblis*).

Sekhôos ou Kekaou des listes monumentales : Ἐφ' οὗ. οἱ βόες Ἄπις ἐν Μέμεις καὶ Μνεῦιν ἐν Ἡλιουπόλει... ἐνομίσθησαν εἶναι θεοι." —

Et le papyrus royal de Turin, comme pour éterniser ce fait, donne dans le nom de Kekaou l'image même de ce Taureau Sacré (fig. 3) qui se répètera sur plusieurs monuments. Mais si nous adoptons avec Meyer comme début de la IIe dynastie, l'an 3100, le règne de Kekaou datera de l'an 3062 d'après les listes de Manethon ou de l'an 3005, d'après les listes monumentales. Si nous prenons, d'autre part, les chiffres donnés tout dernièrement par L. Borchardt, à qui l'égyptologie moderne doit tant de découvertes intéressantes et qui place environ 1.000 ans plus tôt le début des huit premières dynasties, le début de la IIe dynastie sera situé en l'an 4100 et le règne de Kekaou en 4062.

Or, si nous nous reportons à notre carte, nous

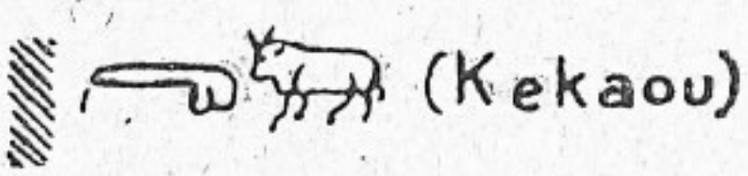


Fig. 3. — Le Taureau Sacré dans l'inscription de Kekaou du papyrus de Turin.
(Dessin de l'auteur, d'après E. Meyer, *Chronologie égyptienne*).

constatons avec étonnement que, soit en 4062, soit en 3064 et après, le point vernal se trouvait dans la constellation du Taureau ! (fig. 14).

Le Taureau Sacré de deux villes civilisatrices de l'ancien empire était donc bien la représentation matérielle du Taureau céleste, comme on l'avait supposé avec raison auparavant. Il était le symbole terrestre de la constellation portant le même nom et connu dès les époques préhistoriques. Il figure, en effet, parmi les principales constellations du ciel égyptien, que nous trouvons sur le plafond de Ramesséum (fig. 4).

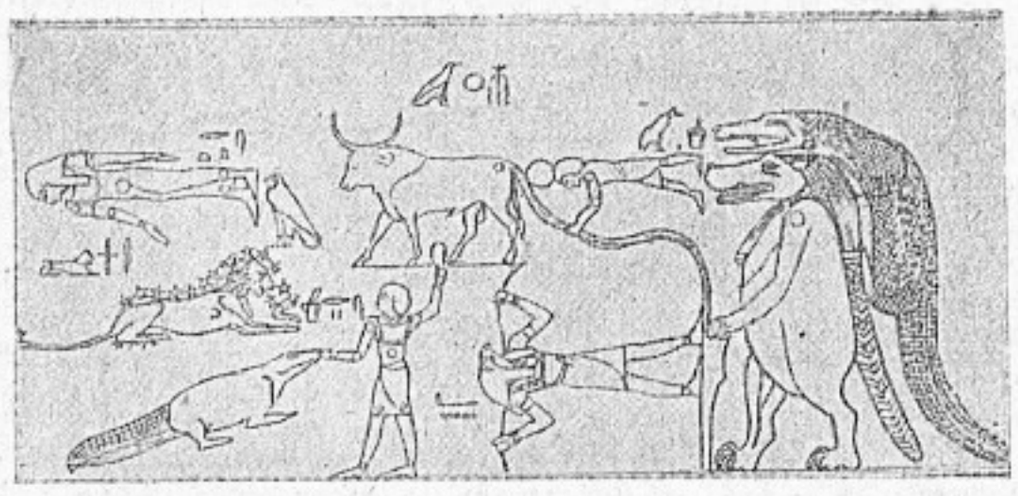


Fig. 4. — La constellation du Taureau, parmi les principales constellations du ciel septentrional égyptien,
(d'après Maspero).

Et c'est certainement son image aussi que nous trouvons sur les plaques de l'Ashmolean Museum datant des temps prépharaoniques (fig. 5).

L'établissement du culte du Taureau par Kekaou en l'an 4100, d'après la chronologie de Borchardt, n'était donc autre chose que la commémoration de la rentrée du point vernal dans le Taureau céleste. Notre carte nous montre, en effet, que c'est vers l'an 4500 que le point vernal entra pour la première fois dans cette constellation et qu'en l'an 4100 il était à peine à 5° de la limite de notre signe.

Le Taureau Sacré, adoré sur la terre égyptienne depuis l'an 4100 était donc le symbole

du signe du Zodiaque, qui marchait à cette époque en tête du troupeau céleste, car le Soleil rentrait alors dans le Taureau à l'équinoxe du printemps, en ouvrant ainsi l'année et faisant, par conséquent, du Taureau le premier signe du

Fig. 5. — Taureau sur une plaque de schiste, époque prépharaonique. Asmolean Museum.
(D'après Flamand, *Pierres écrites*).

Zodiaque. Suivant l'usage ancien, en effet, l'année débutait au moment où le Soleil rencontrait le point vernal et l'on commençait l'énumération des signes du Zodiaque par celui dans lequel se faisait cette rencontre.

Voilà pourquoi d'autres gravures de la période proto-historique, trouvées récemment en Egypte par F. Petrie et qui datent donc de l'époque où le point vernal se trouvait déjà dans le Taureau, présentent le Taureau Sacré, le front orné du disque solaire (fig. 6). Elles veulent cer-

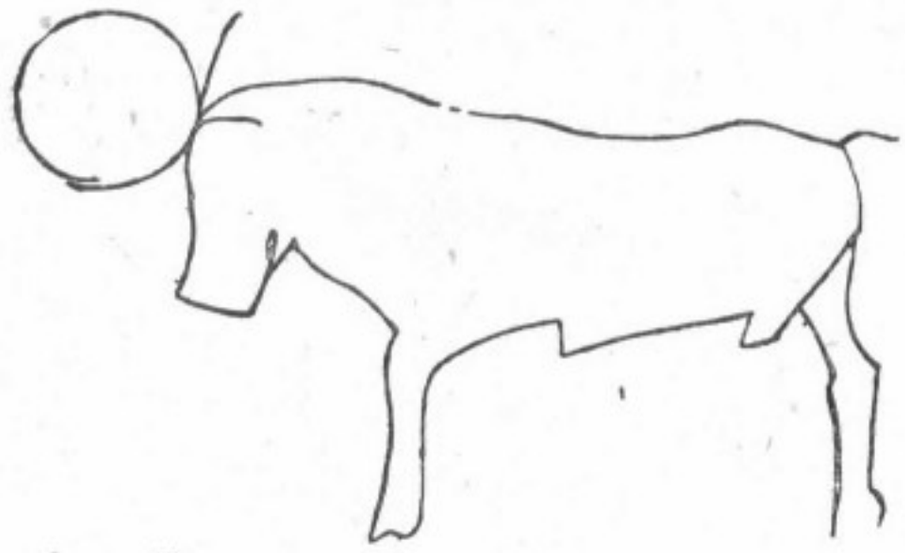


Fig. 6. — Taureau sur une poterie égyptienne d'époque protohistorique.
(D'après Petrie, *Dispolis*).

tainement symboliser que, dans l'équinoxe du printemps de ces époques, le Soleil occupait effectivement le Taureau Zodiacal.

Et voilà pourquoi, nous, qui sommes en astronomie les héritiers et les disciples des anciens chaldéens et des égyptiens, gardons la figure de ce taureau thinite sur nos atlas célestes (fig. 7), qui reproduisent les figures et les limites des anciennes constellations, telles qu'elles nous ont été léguées par la tradition.

Tel est donc le premier fait frappant et incontestable, qui ressort de cette comparaison fugitive de deux histoires : l'histoire du Ciel et celle de l'ancienne Egypte :

1° Mnenis de Râ à Héliopolis, Apis de Phtah à Memphis, étaient les personnifications matérielles de la constellation du Taureau.

2° Les astronomes d'Héliopolis du quatrième millénaire avant J.-C. connaissaient parfaitement la position du point vernal sur la sphère céleste, en le plaçant dans la constellation du Taureau, où il se trouvait effectivement d'après nos calculs.

3° Le Signe équinoxial de l'époque était symbolisé dans la religion égyptienne par une divinité, dont le culte était le culte dominant du pays de Kemi.

III

Mais, d'après les vieilles doctrines astrologiques, dont les égyptiens furent en partie les

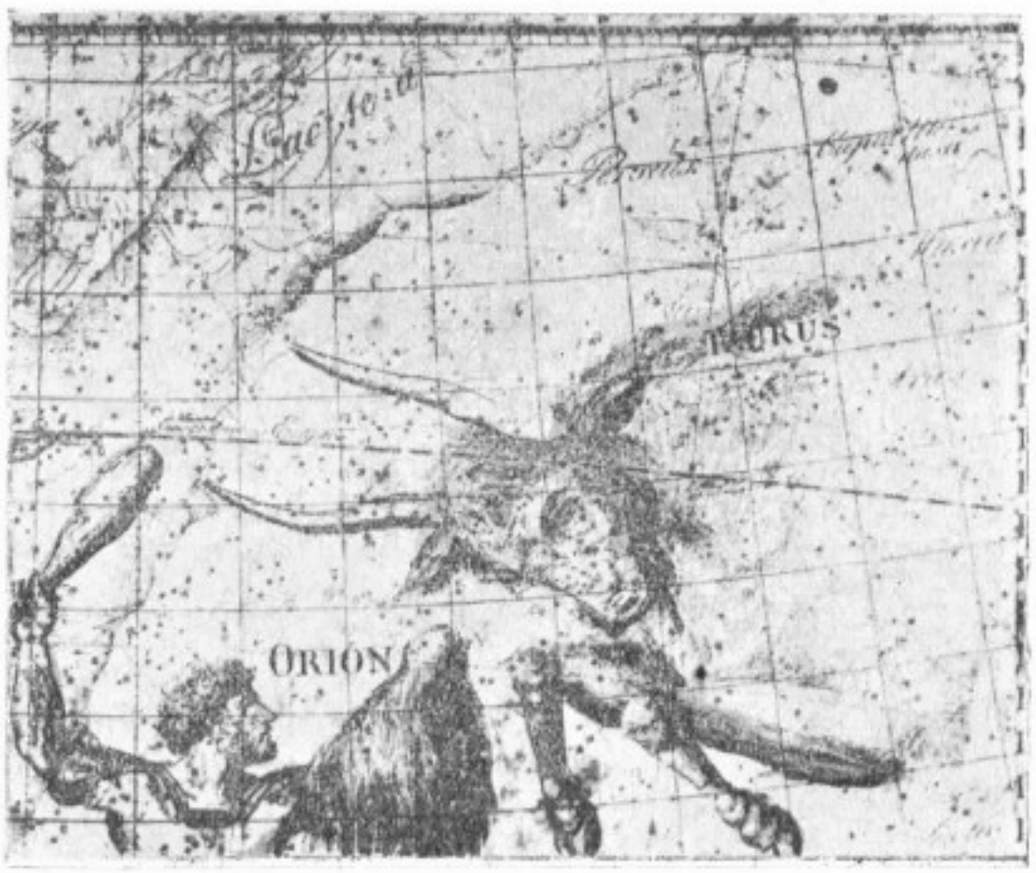


Fig. 7. — Constellation du Taureau.
(D'après Flamstead, *Atlas céleste*, 1725).

créateurs, chaque signe du Zodiaque, considéré séparément, exerce son influence particulière sur la vie des humains dans la collectivité comme sur les individus.

Et la plus grande influence, l'influence universelle si l'on peut dire ainsi, est produite par le Signe où le Soleil se trouve au moment de l'équinoxe du printemps, le signe où se trouve donc le point vernal de l'époque, le signe équinoxial.

Le père Soleil, dans son déplacement à travers le Zodiaque, émane un courant, propre à chaque signe, qui provoque les événements dans la vie des hommes et produit les phénomènes sur la face de la Terre, dépendant de la nature de ce signe. Or, comme dans tout le Zodiaque, il n'y a pas deux signes qui se ressemblent par leur nature et leurs propriétés, il en résulte que le déplacement du Soleil d'un signe équinoxial à

l'autre, est la cause du changement de la polarité dans son action. Ce qui fait que, selon les idées des anciens, chaque déplacement du point vernal d'un signe du Zodiaque à l'autre ouvre un nouveau cycle dans l'évolution humaine, inaugure une nouvelle ère dans les cieux et sur la Terre.

Cette ère commence à l'instant même du changement de signe. Il est donc naturel, que le moment de la rentrée du point vernal dans un nouveau signe du Zodiaque ait dû être considéré par les anciens astronomes comme un événement de la première importance.

Or, sur notre carte générale (fig. 1/), nous voyons qu'un changement du signe devait avoir lieu justement vers l'an 1970 avant J.-C., c'est-à-dire au début de la 12e dynastie. Le point vernal quittait le signe du Taureau pour entrer dans celui du Bélier. Le règne du Taureau se terminait en décadence. Un autre signe prenait sa place pour marcher en tête du troupeau céleste et ouvrir ainsi une ère nouvelle dans l'histoire de l'humanité.

Si les astronomes égyptiens connaissaient le déplacement du point vernal, ils devaient s'apercevoir de son entrée dans le Bélier et commémorer la date de ce grand événement par un symbole quelconque, aussi important que l'événement qu'il devait représenter, comme cela est arrivé déjà du temps de Kekaou. Le passage de l'équinoxe du Taureau dans le Bélier *devait* être naturellement marqué par l'établissement d'un nouveau culte divin, celui du Bélier, qui devait remplacer l'ancien culte du Taureau ; adoré, comme nous l'avons vu tout à l'heure, sous la forme d'Apis.

Le culte du Bélier devait être d'autant plus important que le Bélier était, d'après l'ancienne chorographie astrologique, le signe qui, de tout temps, gouvernait l'Égypte.

C'est ce qui se produisit effectivement sous la XIIe dynastie.

IV

Nous avons vu, en effet, que c'est vers l'an 1970 avant J.-C., que le point vernal se trouvait à la limite des constellations du Taureau et du Bélier. Mais cette date n'est qu'approximative : nos calculs nous donnent, et nos cartes nous montrent les positions du point vernal de 50 en 50 ans. Or, si nous voulons arriver à des résultats précis, il faut que nous connaissions la date exacte de *l'entrée* du point vernal dans le nouveau signe équinoxial au moins à un an près.

Calculons donc les positions du point vernal au début de chaque année pour cette époque critique dans l'histoire du Zodiaque : depuis l'an 2000 jusqu'à l'an 1900 avant J.-C.

Les déplacements annuels du point vernal sont si petits, qu'ils ne seraient distincts sur aucune carte d'atlas astronomique existant. Transportons-les donc sur une carte céleste, dressée par moi-même. Elle représente la photographie directe de la région limite des constellations Taureau-Bélier, que j'ai obtenue avec la lunette photographique de notre Observatoire, et sur laquelle j'ai tracé les limites de deux astérismes suivant toujours Argelander.

Nous aurons ainsi un tableau sur le-

Fig. 8. — Bélier franchissant la colure des équinoxes (D'après Thiele, *Antilka Himmelscilder*).

quel nous pourrons suivre pas à pas, d'année en année, le déplacement très lent du point vernal. Et nous verrons que ce point se trouvait, en effet, près de la ligne de séparation de ces deux signes zodiacaux en l'an 1968 avant J.-C., mais l'équinoxe du printemps eut lieu cette année-là encore dans le Taureau. Et ce n'est que l'année suivante, en 1967, qu'il franchit la limite des deux constellations. Mais l'équinoxe de printemps de cette année-là se produisit quand le point vernal était déjà entré définitivement dans le Bélier.

C'est donc précisément en 1967 *avant notre ère, que le point vernal entra pour la première fois, de mémoire d'hommes, dans la constellation du Bélier.*

L'animal céleste sautait dans cette année pour la première fois la colure des équinoxes (fig. 8). Bélier devenait ainsi pour vingt siècles « le signe royal du Zodiaque ».

Une ère nouvelle commençait dans l'histoire de l'humanité...

Or, si nous regardons maintenant l'histoire

de l'ancienne Egypte, nous verrons qu'un événement, simple en apparence, mais dans lequel je distinguerai trois phases consécutives, et qui eut des conséquences innombrables, se

Fig. 9. — Amon-Bélier au disque solaire.
(D'après Lepsius, *Denkmäler aus Aegyptien rend Aerhisper*).

produisit précisément vers cette même époque dans le pays des Pharaons :

1° La XII^e^ dynastie commençait à régner sur l'Egypte et son fondateur, Amenemhait I^er^ prenait pour patron du Kemi le dieu local d'Ouast (la future Thèbes) « le Bélier Amon, dont la tête était parée de cornes torses ».

2° L'ancien culte de Râ, le dieu suprême d'Héliopolis, adoré sous la forme du Taureau Sacré Mnevis, était remplacé par celui de Amon-Râ qui, depuis, domina toute l'Egypte et régna sur tous les autres dieux.

3° Pour célébrer cet événement, Amenemhait I^er^ jeta un jour les fondations d'un temple, où le culte d'Amon s'abrita jusqu'aux derniers jours du paganisme.

Les historiens modernes ne voient dans cet établissement du culte d'Amon qu'une simple introduction dans le panthéon égyptien « d'une obscure divinité du désert arabique, dieu grossier de la génération, si effacé, qu'aucune des grandes synthèses de jadis ne s'était disputé l'honneur de l'annexer. »

Mais il me semble que le fait de l'adoption du nouveau culte est beaucoup plus compliqué qu'il ne paraît au premier abord.

La date de l'établissement de ce culte est, en effet, trop rapprochée du moment du passage de l'équinoxe du printemps de la constellation du Taureau dans celle du Bélier pour n'être qu'une simple coïncidence. La ressemblance de la forme du nouveau dieu avec l'image du signe zodiacal où le point vernal entrait, est trop singulière, pour n'être qu'un jeu du hasard.

Ces deux circonstances nous incitent donc à attribuer le caractère astronomique à la réforme religieuse d'Amenemhait I^er^.

Dans ce qui suit, je vais démontrer, que, en effet, ces trois phases dans l'établissement du culte d'Amon correspondaient bien au caractère triple des événements, qui se déroulaient alors dans les espaces célestes.

V

Nous savons, en effet, que le culte d'Amon-Râ est né de la confusion de deux cultes : du culte de Râ à Héliopolis et de celui d'Amon de Thèbes. Or, ce dernier est importé à Thèbes du désert de Libye, et, en langue libyque, « Amon » signifiait bien « le Bélier » et les images les plus anciennes qu'on a pu trouver jusqu'aujourd'hui présentent effectivement le dieu du désert sous la forme de cet animal divin. Tel est le stèle n° 181 du Musée de Turin, datant de Seti I^er^ et représentant Amon-Parhani Nofri sous la forme d'un Bélier, qui incline la tête pour donner de la corne, « le bon Bélier, le bon buteur de corne ». Ou encore, l'image du Bélier du même type, trouvée par le fondateur même de l'Egyptologie moderne, Champollion, et reproduit par lui-même dans son « Panthéon Egyptien ». Telles sont ensuite les figures d'Amon de l'époque de Ramsès II

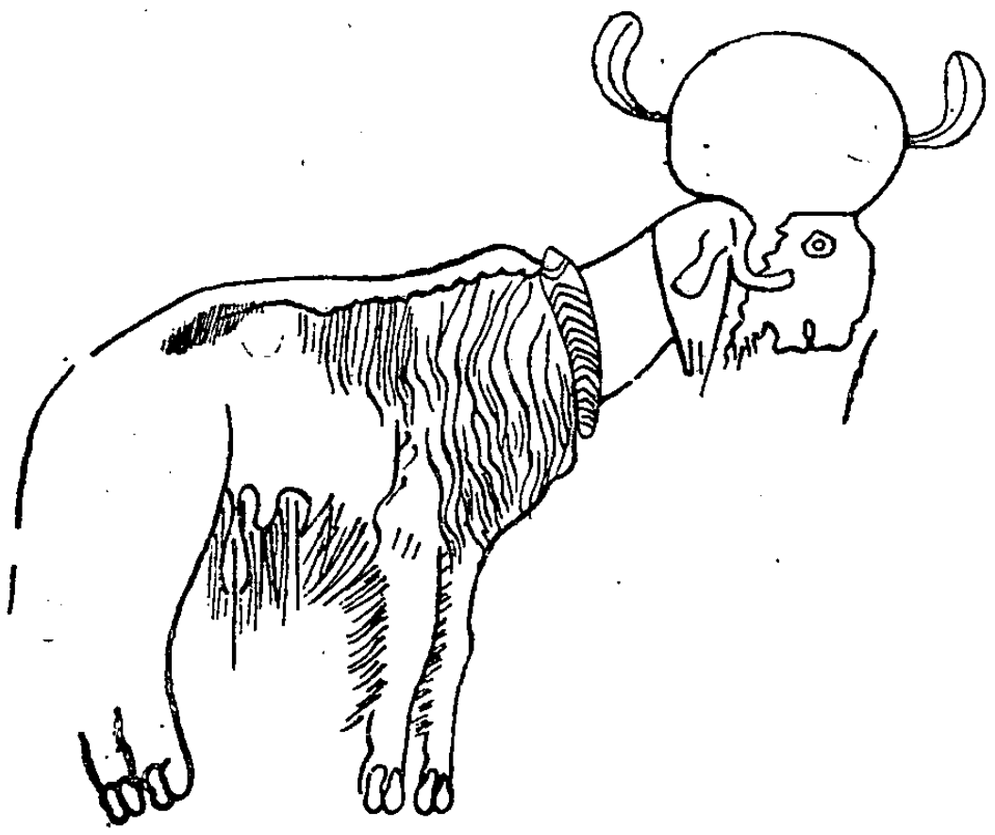


Fig. 10. — Bélier à tiare (sphéroïde de Bou-Alem, dans le Sud Oranais, d'après Flamand.)

(fig. 9 *a*, *b*) celle provenant de Dendera (fig. 9 *c*), et toutes les autres représentations du Bélier-Amon en nombre considérable sur tous les monuments égyptiens, édifices, statues, objets, papyrus, etc.

Il en est de même des images de la divinité thébaine, trouvées en dehors de l'Egypte, car le culte d'Amon s'était répandu de bonne heure dans différentes parties de l'Afrique du Nord, depuis Aflou jusqu'au Figuig et sans doute aussi dans les pays intermédiaires entre cette région et l'Egypte. Les gravures rupestres du sud-oranais et celle de Bou-Alem particulièrement datant du deuxième millénaire avant J.-C. nous montrent ce « dieu d'une force redoutable » sous la forme d'un Bélier (fig. 10) ; le cou souvent entouré d'un colier, la tête coiffée d'un disque, ou mieux, d'un sphéroïde, que parfois une sorte de jugulaire semble maintenir.

Ajoutons que le célèbre A. Kircher, si apprécié par les égyptologues modernes, appelle di-

rectement « Ταμετοῦρο 'Αμοῦν - Regum Amonis » notre constellation du Bélier.

Nous comprendrons alors, pourquoi les vieux ouvrages astronomiques de toutes les époques,

Fig. 11. — La Constellation du Bélier,
(D après Bacharach, *Astronomie* 1545).

aussi bien que les atlas célestes de nos jours ont gardé cette image du Bélier, qui nous fait songer au Bélier sacré des Libyens... Ouvrons, en

Fig. 12. — La Constellation du Bélier.
(D'après Flamstead, *Atlas céleste*, 1725).

effet, un des plus rares traités sur l'astronomie du Moyen Age, celui de Bacharach et nous serons frappés de la ressemblance du Bélier céleste (fig. 11) avec celui que nous représentent les stèles de Ramsès II. Comparons la figure de cette constellation sur l'atlas céleste du XVIII^e^ siècle de Flamstead (fig. 12) avec le sphinx criocé-

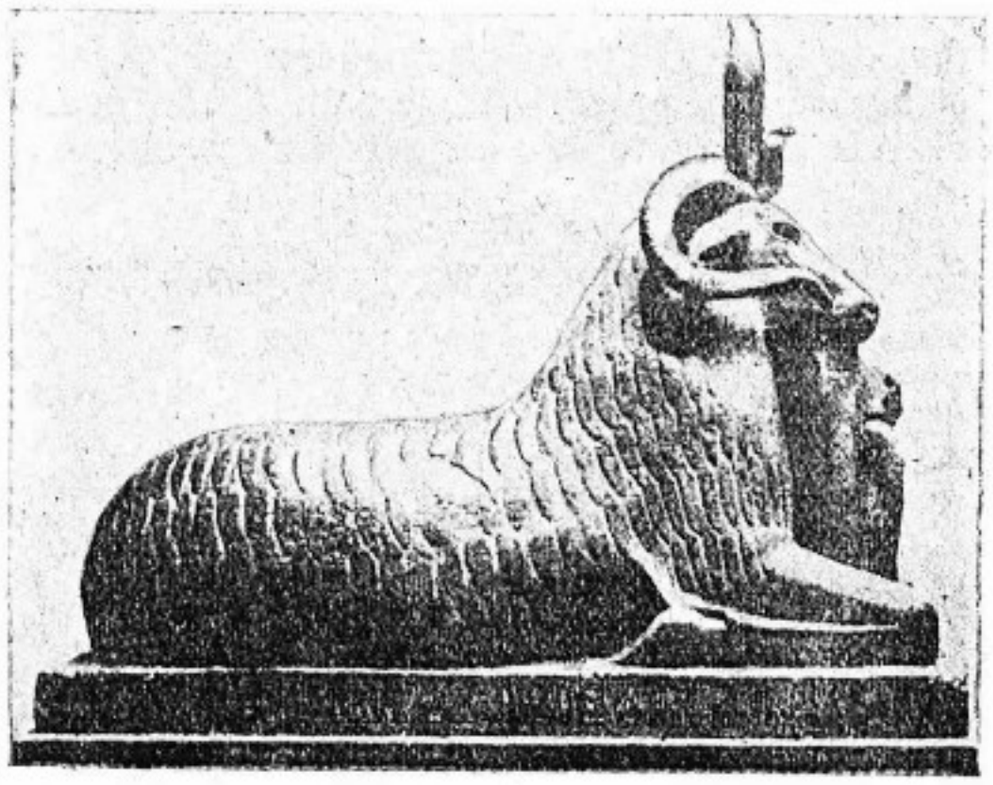


Fig. 13. — Sphinx criocéphale d'Amenêthés III,
(D'après Flamand).

phale d'Amenêthés III (fig. 13) et nous ne douterons plus, que la constellation de notre Bélier actuel ne soit que la représentation fidèle de l'ancienne Egypte...

Tel est donc le premier résultat important, qu'il faut retenir : le Dieu Amon de Thèbes représente réellement le signe zodiacal du Bélier.

D'un autre côté nous savons, que Râ d'Héliopolis était le Dieu-Soleil et qu'on ne retrouve guère des traces du culte d'Amon, ni le nom de sa résidence « ville de Sceptre » (Ouast) avant l'an 2000. C'est donc seulement entre cette époque et l'avènement d'Amenemhait I^er^ (1990) qu'Amon commença à être adoré dans la ville aux cent portes, dont il devint le dieu local.

Pourquoi donc pas avant? Parce que — comme nous le voyons sur notre carte photographique (fig. 14) avant l'an 2000 le point vernal ne se trouvait pas encore dans le Bélier. L'équinoxe du printemps se produisait, quand le Soleil rentrait dans le signe du Taureau. Mnevis sacré restait, par conséquent, toujours « l'image vivante de Râ ». Le grand dieu solaire ne pouvait donc pas être représenté par l'animal divin, qui suivait le Taureau.

Mais il s'approchait lentement vers les limites du Bélier. Les yeux de lynx des astronomes thébains voyaient bien, que d'un an à l'autre il devait entrer dans le nouveau signe. Et voilà pourquoi *après* l'an 2.000 le culte du Bélier-Amon fait son apparition comme un culte local d'abord. Ceux, qui étudiaient le ciel, savaient fort bien, que du moment où l'équinoxe

du printemps serait *entré* dans le Bélier, le Soleil quitterait le signe précédent, le règne du Taureau serait terminé et que le règne du Bélier-Amon, Bélier céleste remplacerait inévitablement celui de Minou. Y aurait-il donc quelque chose d'étonnant à ce que les adorateurs obscurs du Bélier l'aient choisi déjà pour le dieu local de Thèbes, sachant bien, que modeste et inconnu aujourd'hui, demain Amon deviendrait le dieu de toute l'Egypte et s'associerait fa-

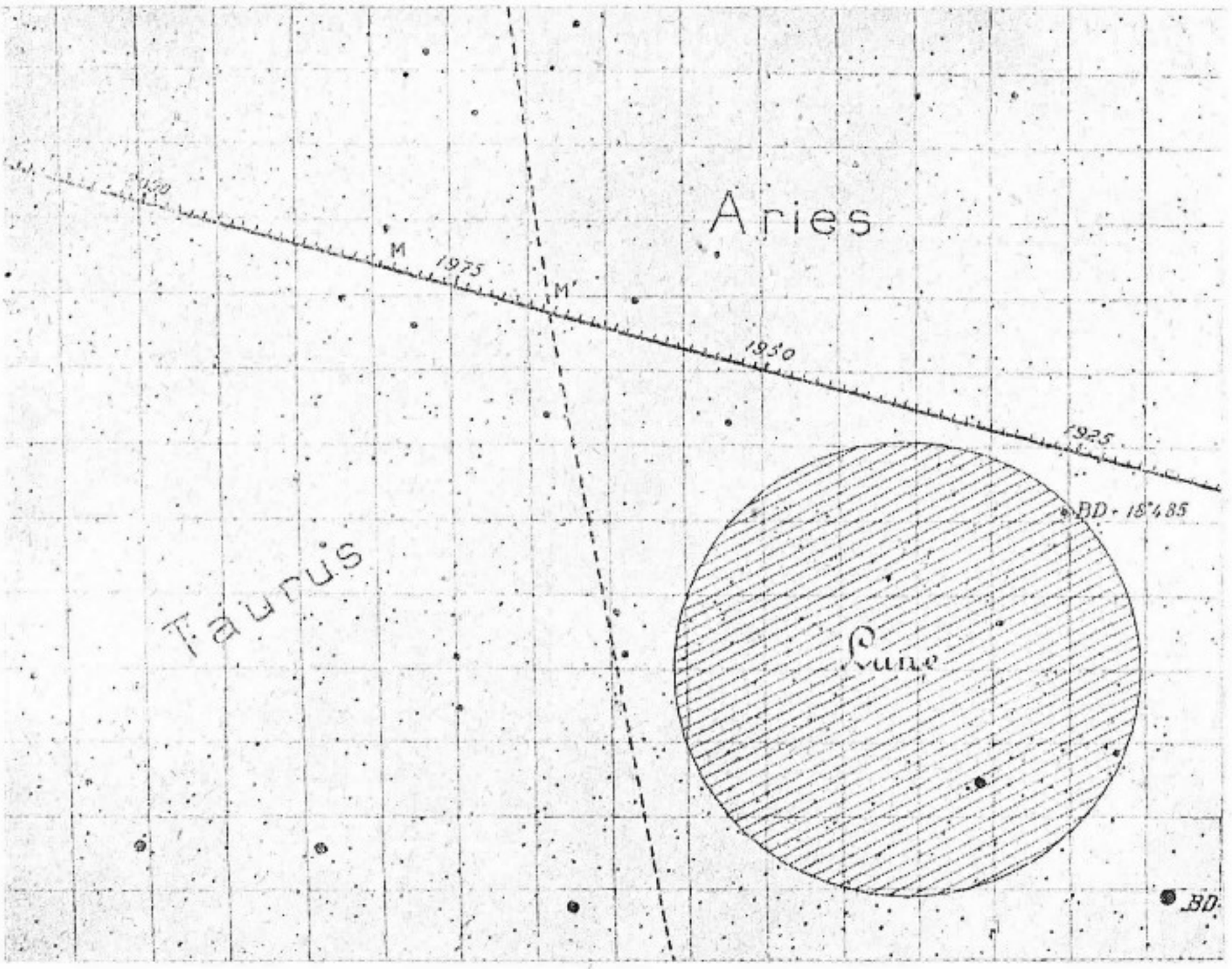


Fig. 14. — Les positions respectives du point initial du Bélier dans le système astronomique des anciens égyptiens et le nôtre.

talement avec Râ, d'Héliopolis, le dieu du Soleil même, le dieu suprême d'alors?

Ce moment est venu effectivement pendant le règne d'Amenemhait I^er^, puisqu'il prit ce dieu local de Ouast pour patron de toute l'Egypte et lui « *conféra l'autorité suprême sur les dieux* des autres villes, en faisant de lui une des formes du patron d'Héliopolis sous le nom d'Amon-Râ ». Encore hier, un simple signe comme ses dix confrères du Zodiaque, le Bélier devenait le signe équinoxial, « κεφαλὴ κόσμου - la tête du monde » selon Macrobe qui devait désormais gouverner les destinées du pays. Le grand dieu solaire, le tout puissant Râ changeait sa résidence et, par conséquent, devait choisir pour lui une autre image vivante sur la terre. Or, cette nouvelle résidence se plaçant dans le signe du Bélier, il ne pouvait prendre comme symbole que la forme de cet animal sacré, vénéré déjà à Thèbes en attendant sa rentrée définitive dans le nouveau signe.

Amon s'associa donc à Râ non parce que, comme le disent toujours nos historiens, « au dieu du nouveau pharaon l'on ne pouvait décemment offrir que la première place », mais parce que le Soleil-Râ rentra dans le Bélier-Amon. Le nouveau dieu Amon-Râ n'était donc réellement que la représentation théologique du fait astronomique du passage de l'équinoxe du printemps du signe de Taureau dans celui de Bélier. Et ce fut là la seconde phase de l'établissement de son culte.

Faut-il donc s'étonner, qu'en ce moment même le fondateur de la nouvelle dynastie, conseillé, sans doute, par les prêtres, ait fondé ce fameux temple de Thèbes à Karnak avec son immense avenue bordée de deux longues files de Béliers en l'honneur du dieu qui devait ou-

vrir une nouvelle ère dans l'histoire de l'Egypte et devenir ainsi le protecteur de son royaume ?

L'idée n'était pas nouvelle dans l'antiquité. La fondation de temples en l'honneur des divinites zodiacales était, en effet, une coutume non seulement chez les Egyptiens, mais aussi chez d'autres peuples. Nous savons, par exemple, que la célèbre ville Our de l'ancienne Chaldée possédait un temple, dédié « à Nannar, le Taureau puissant d'Anou, fils de Bêl » et fondé, sans doute, en l'honneur du passage de l'équinoxe de printemps du signe des Gémeaux dans celui du Taureau. Car si nous ignorons la date de sa fondation, nous savons qu'il fut *réédifié* vers l'an 2474 avant J.-C. par le roi d'Our Our-Engour, donc à l'époque où le point vernal se trouvait déjà depuis plus de 2.000 ans dans le Taureau. Hyginus nous communique, de son côté, que la Grèce avait aussi son temple de Jupiter-Amon, avec la statue du dieu, surmontée d'une tête de bélier, représentation du signe du Zodiaque, afin que tous les ans, lorsque le Soleil occuperait ce signe, toutes les productions de printemps commencent à reparaître.

Mais ce sont des temples, dont nous ne connaissons pas la date de fondation. Il en est autrement de celui d'Amon.

En effet, si nous admettons avec Maspero que cette fondation date de l'an XX du règne d'Amenemhait I^er^ et si nous plaçons avec Meyer aussi bien qu'avec Borchardt, le début du règne du fondateur de la 13^e^ dynastie à l'an 2000 av. J.-C., nous trouverons que le célèbre édifice fut érigé exactement en l'an 1980 avant J.-C.

Or, si nous regardons notre carte photographique (fig. 14), nous verrons que la date de la fondation du temple d'Amon ne diffère que de 13 ans du moment de la rentrée du point vernal dans le Bélier d'après nos calculs.

Nos derniers doutes, si ces doutes peuvent encore exister, sur la signification astronomique de la fondation du temple d'Amon, se dissiperont définitivement, si nous ouvrons Hérodote. Ne nous dit-il pas, en effet, que « une fois par an, à la fête de Jupiter, les Thébains égorgeaient un bélier, prenaient sa peau et, après avoir revêtu de cette peau la statue du dieu, ils approchaient d'elle une image d'Hercule ». Or, Jupiter-Amon était le symbole du Soleil dans l'équinoxe du printemps et Hercule était aussi le symbole du Soleil dans le même équinoxe. Et cette cérémonie avait sans doute pour but de rappeler toujours le fait de la translation de l'équinoxe, de signifier que l'équinoxe représenté d'abord par Hercule, l'était alors par Jupiter-Amon et avait passé du Taureau dans le Bélier.

La fondation du temple marquant ainsi *la date* de cette translation, nous pouvons donc dire : selon les astronomes égyptiens, le point vernal entra pour la première fois dans la constellation du Bélier en l'an 1980 avant notre ère.

VI

Désignons donc sur notre carte (fig. 14) par M la position du point vernal en 1980. D'après les astronomes égyptiens, le point vernal entrait en cette époque dans le Bélier. C'était donc d'après eux, le point initial du Bélier, origine, pour cette époque, des coordonnées écliptiques et le point limite de deux constellations. Si nous indiquons maintenant par M' le point, où, d'après nos calculs, cette coïncidence a eu lieu, l'arc MM' présentera la différence entre les positions assignées à la position du point vernal, d'une part, par les Egyptiens, d'autre part par nous-mêmes. Autrement dit, nous aurons l'écart entre les limites du Bélier telles que nous les concevons et telles que les représentaient les anciens astronomes.

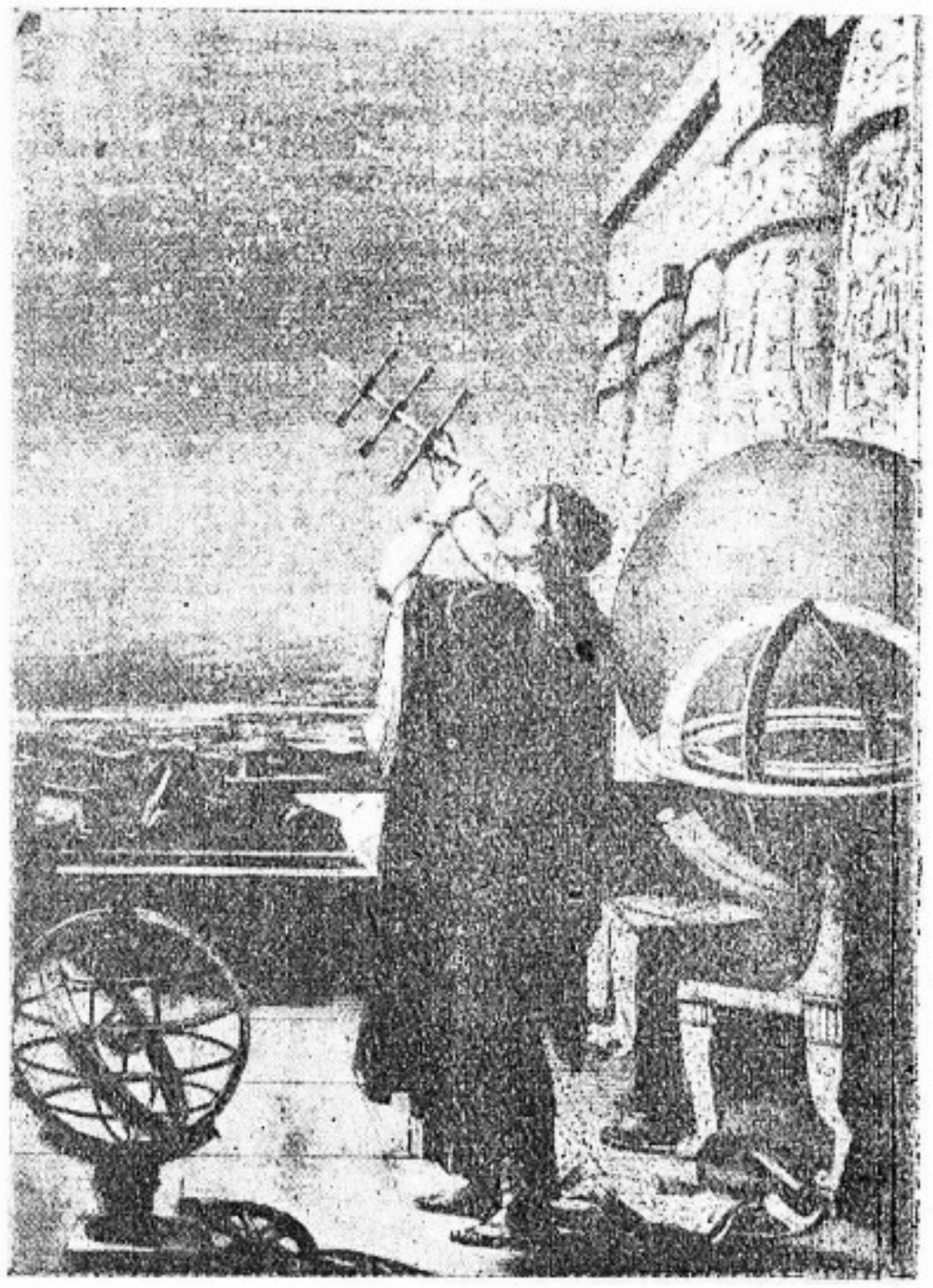


Fig. 15. — Observations du ciel dans l'ancienne Alexandrie. (D'après Flammarion, *Les Etoiles et les Curiosités du Ciel.*)

Connaissant la différence de ces deux positions en ascension droite et en déclinaison, il est facile de trouver que cet écart est de 11'10''0,

c'est-à-dire inférieur au demi-diamètre de la Lune.

C'est vraiment peu de chose pour un intervalle de 3880 ans, à tous les points de vue.

Admettons, en effet, qu'il est provoqué par une simple différence de limites de deux constellations. Alors, il ne faudrait que déplacer les limites orientales de notre Bélier de 11'10'' vers l'Est pour les amener en coïncidence avec celles des anciens Egyptiens. Mais cela reviendrait à dire, que les prêtres de Rà adoptaient exactement les mêmes valeurs de la précession, que nous aujourd'hui...

Admettons, maintenant, que cet écart présente une différence entre les déterminations des positions du point vernal, faites jadis par les astronomes d'Héliopolis et les calculs de ses déplacements à travers le Zodiaque faits aujourd'hui par moi. A nouveau cet écart est tout à fait insignifiant. N'oublions pas, en effet, que même maintenant, nos observations de petites planètes et comètes corrigent très souvent les calculs de leurs positions de plusieurs minutes du temps en ascension droite et quelques degrés en déclinaison. Et pourtant, que de soins apporte dans le calcul des orbites et des éphémérides de ces petits mondes l'astronome du XX^e^ siècle, armé de tous les outils de l'astronomie de nos jours.

Cette fois, cet écart sera dû à la différence des valeurs de la précession, adoptées par les astronomes égyptiens et par nous. Mes calculs m'ont montré, que dans ce cas les valeurs numériques des coefficients de la précession, que devaient employer les Héliopolitains ne diffèrent que de très peu des nôtres, puisqu'ils adoptaient pour la constante de la précession 50''0880 tandis que celle de Newcomb adoptée universellement depuis l'an 1896 est 50''2564.

Or, celle d'Hipparque n'était qu'environ de 36''. L'écart entre la date de rentrée du point vernal dans le Bélier d'après nos calculs et celle qu'on aurait pu trouver avec la valeur d'Hipparque serait près de 1.083 ans, en atteignant ainsi plus de 15° ou plus de *trente diamètres lunaires*.

Qu'on le veuille, ou non — il faut reconnaître, que les astronomes égyptiens du troisième millénaire avant J.-C. connaissaient le phénomène de la précession des équinoxes beaucoup mieux que l'astronome bythinien et étaient ainsi les vrais précurseurs d'Hipparque.

Mais l'on sait que les valeurs numériques de coefficients de la précession sont déduits des observations précises et de la théorie combinées.

C'est la raison pour laquelle le chiffre d'Hipparque : 36'' fut si erroné. Hipparque ne se servait que d'instruments rudimentaires d'observation de son époque (fig. 15) et ne possédait, après tout que des observations s'étendant seulement sur un intervalle de 411 ans.

Les astronomes égyptiens connaissent-ils donc les instruments optiques pour pénétrer les mystères du monde stellaire, comme l'affirmait positivement, déjà au XVIII^e^ siècle, Dutens? Se servaient-ils donc d'instruments, pareils à nos lunettes méridiennes, pour effectuer d'autres observations, que celles du lever héliaque de So-

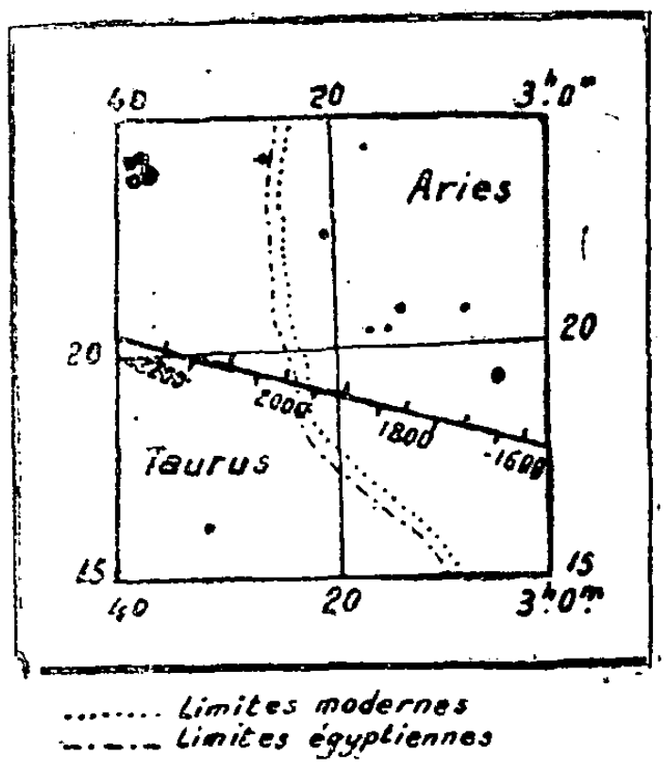


Fig. 16. — Les limites égyptiennes et les limites modernes de constellations Taureau-Bélier se confondent sur nos atlas céleste.
(Dessin de l'auteur).

this-Sirius, qui sont les seules que nous connaissions officiellement?

La petitesse d'écart entre leurs déterminations des positions du point vernal et nos calculs est déjà en elle-même très significative. Sur nos meilleurs atlas célestes d'aujourd'hui représentant les positions exactes de toutes les étoiles jusqu'à la septième grandeur, les dernières visibles à l'œil nu, une différence de cet ordre n'est presque pas appréciable, une minute de temps étant représentée par un millimètre (fig. 16). Cette différence ne commence à devenir sensible que sur les cartes du fameux atlas céleste, dressé par F. Argelander, « Bonner Durchmusterung » (fig. 17), et qui contient les étoiles jusqu'à la dixième grandeur. Et c'est seulement sur notre carte photographique (fig. 14), qui donne les étoiles jusqu'à la quatorzième grandeur, que nous nous rendons compte de l'existence de cette différence, pratiquement nulle.

La découverte sensationnelle du professeur John Garstang semble jeter une nouvelle lumière sur cette question troublante de l'optique instrumentale des anciens Egyptiens. L'on sait, en effet, que le savant égyptologue de Liverpool a trouvé pendant ses fouilles dans l'ancienne ville royale de Meroe en Ethiopie, en Haute-Egypte, les restes d'un véritable observatoire astronomique. Sur les murs de cet ancien temple d'Uranie il a relevé cet étrange dessin que nous reproduisons ici (fig. 18) et qui repré-

sente grossièrement la silhouette de deux personnages paraissant être occupés à des observations d'étoiles à l'aide d'un instrument, qui ressemble singulièrement à nos lunettes méridiennes d'aujourd'hui... Il suffit, en effet, de comparer ce croquis de l'Observatoire de la capitale de Koush (Ethiopie) avec les opéra-

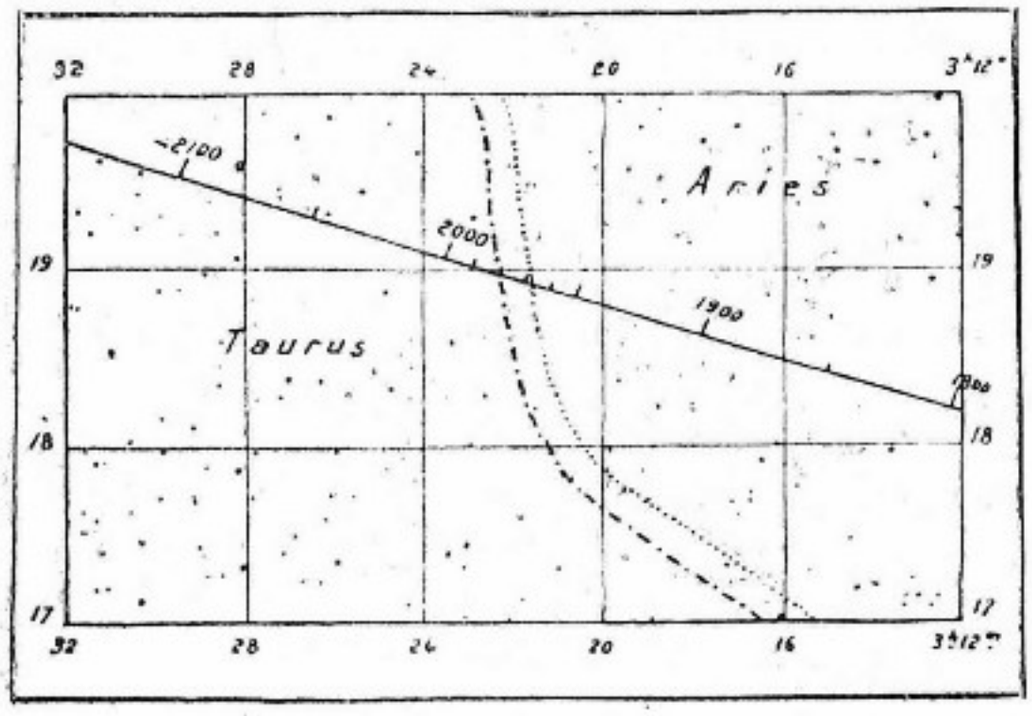


Fig. 17. – La différence entre les limites anciennes et modernes des constellations Taureau-Bélier devient à peine sensible sur les cartes de Bonn.
(Dessin de l'auteur).

lions de nos astronomes modernes pendant les observations à une grande lunette méridienne dans un observatoire de nos jours, pour être forcé de penser que le dessin de Méroe ne représente autre chose que la lunette méridienne de cet ancien observatoire égyptien...

Ceci nous expliquerait alors bien, comment les astronomes égyptiens ont pu arriver, dans leurs observations, à un tel degré de précision, qui nous a frappé tout à l'heure.

Mais la valeur exacte de la précession ne peut être obtenue, d'un autre côté, que si l'on connaît *la cause* même du phénomène. Et nous savons, que Newton fut, officiellement, le premier, qui nous révéla — au XVIII^e^ siècle — que la précession est le résultat de l'attraction commune, exercée par le Soleil et la Lune sur l'ellipsoïde terrestre.

C'est encore une autre raison, par laquelle Hipparque se trompait si grossièrement, en expliquant le phénomène de la précession par une rotation uniforme des étoiles fixes d'Occident en Orient autour d'un axe normal au plan de l'écliptique.

Les astronomes égyptiens connaissaient-ils donc aussi la loi de l'attraction universelle quarante-huit siècles avant le génial auteur de « Principia », comme l'assurait déjà le même Dutens? Car, comment auraient-ils pu trouver autrement les masses exactes du Soleil et de la Lune, nécessaires pour les calculs de la va-

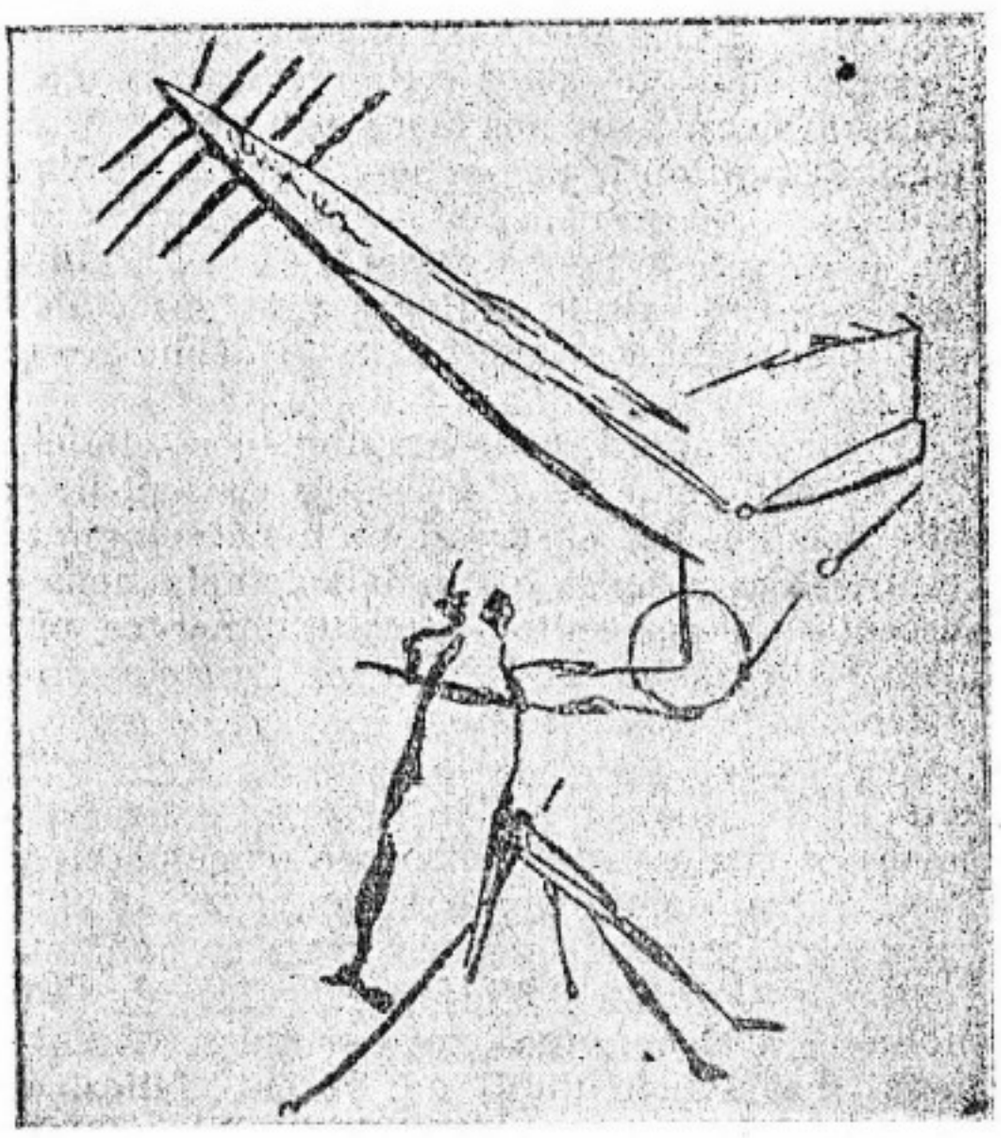


Fig. 18. — Croquis sur une muraille de l'Observatoire de l'ancienne Meroe, en Haute-Egypte.
(D'après Moret, *La Science mystérieuse des Pharaons*).

leur de la précession et pour arriver à des résultats identiques à ceux, qui furent obtenus tout dernièrement par nos meilleurs théoriciens?

Ignoramus...

Mais les faits et les chiffres sont là, nets, frappants, impitoyables pour notre orgueil, nous obligeant à rêver.

Leur explication se trouve, pourtant, aisément dans l'origine et le caractère même de l'astronomie égyptienne. Et un jour, je tâcherai, peut-être ici-même, de donner la résolution du problème qui se pose à nous aujourd'hui.

LE CLIMAT PARISIEN AU TEMPS DU ROMANTISME

par Joseph **SANSON**

Par de brillantes expositions, des fêtes grandioses, des solennités littéraires qu'il n'est pas besoin de rappeler dans cette Revue, Paris a voulu commémorer, en 1930, le centenaire du Romantisme, tout en nous rappelant ce qu'était l'existence de nos arrière-grands-parents. Il semble cependant que, dans cette reconstitution du cadre où évoluaient nos aïeux, un détail ait été négligé et qu'on n'ait pas songé à rechercher si le « temps » qu'ils subissaient présentait des analogies avec le temps présent, ou, en d'autres termes, si les saisons d'il y a cent ans étaient aussi peu régulières que celles du début du XX^e^ siècle.

Et, tout d'abord, cette question peut-elle être résolue entièrement, c'est-à-dire existait-il, à cette époque, des observations météorologiques comparables à celles qu'on fait actuellement et susceptibles, par suite, de solutionner ce problème? Un rapide coup d'œil sur l'histoire de la météorologie française nous fixera à ce sujet.

C'est seulement dans la seconde moitié du XVII^e^ siècle que furent introduits, dans notre pays, les principaux instruments météorologiques. Pascal commença à utiliser en 1648 le baromètre qui avait été découvert en 1643 par Torricelli. Galilée eut l'idée, vers 1595, du thermomètre à alcool, mais les premières observations thermométriques ne furent faites, en France, qu'en 1658 par l'abbé Boulliau, secrétaire de Jacques de Thou (le père du fameux conspirateur qui périt avec Cinq-Mars) : le grand-duc de Toscane ayant offert quelques thermomètres à cet ecclésiastique, qui était en même temps un savant astronome, ce dernier releva régulièrement la température, de 1658 à 1660, dans les jardins de l'hôtel de son maître, rue des Poitevins, à Paris, à l'emplacement même occupé de nos jours par les Sociétés Savantes. Quant aux mesures de la pluie, elles débutèrent simultanément en 1685 à la citadelle de Lille, sur l'ordre de Vauban et dans les jardins du Palais de Versailles : ces dernières observations avaient pour but de déterminer les hauteurs d'eau que pourraient fournir les précipitations aux bassins du parc royal.

Un premier essai tenté en 1723 pour réunir les rares observations effectuées jusqu'alors ne donna aucun résultat. L'idée fut reprise en 1775 par le Contrôleur général des Finances qui s'adressa aux physiciens et médecins de province pour leur demander des renseignements sur les températures des années 1772 à 1774 et les conséquences médicales qui en étaient résultées. Un grand nombre de mémoires furent envoyés : la Société Royale de Médecine les réunit et conçut un projet d'observations météorologiques simultanées destinées à éclaircir une foule de questions d'hygiène et d'agriculture : l'appel fut entendu, et une centaine d'observateurs se mirent à la tâche suivant un programme nettement fixé.

La Révolution vint tout arrêter, ou à peu près, et, pendant une cinquantaine d'années les problèmes météorologiques furent presque abandonnés. Quelques Observatoires publics ou privés continuèrent heureusement leurs travaux, malgré les troubles de cette époque, et c'est ainsi que, pour Paris, en particulier, il est possible d'avoir, pour la période de 1820 à 1830 que nous considérons dans cette note, des données assez complètes sur les températures et les pluies, éléments qui, pour le grand public, caractérisent le « temps ».

Il est cependant intéressant de signaler, en dehors de ces facteurs climatologiques, que c'est au cours de l'année 1821 qu'on a noté, à la fois, les valeurs les plus élevées et les plus basses de la pression atmosphérique qui aient jamais été encore observées à Paris : le 6 février 1821, le baromètre atteignait 782 mm. 8 et le 24 décembre de la même année il s'abaissait à 713 mm. 5 !

Si on calcule la température moyenne de chacun des mois de l'année respectivement pour les périodes 1820-1829 et 1920-1929, on trouve les valeurs suivantes :

Températures moyennes mensuelles et annuelle à Paris.

Périodes	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
1820-1829	1°5	3°8	6°7	10°7	14°2	17°0	18°9	18°9	16°1	11°6	7°0	4°3	10°9
1920-1929	4°3	4°7	7°1	9°7	14°0	16°1	18°9	17°5	15°2	11°1	5°6	3°9	10°7

Les trois premiers mois de l'année étaient donc, il y a un siècle, beaucoup plus froids qu'actuellement, janvier en particulier : on comptait alors en moyenne 39 jours de gelée du 1^er^ janvier au 31 mars et 15 jours du 1^er^ octobre au 31 décembre, alors qu'on en observe dé-

sormais 29 jours dans le premier trimestre et 23 dans le dernier. Les autres mois présentaient, au contraire, des températures plus élevées, à l'exception, toutefois, de juillet qui, au point de vue thermique, n'a subi aucune variation. Les hivers étaient, par suite, plus tardifs et plus rigoureux qu'aujourd'hui, mais les journées chaudes apparaissaient plus tôt au printemps et se prolongeaient fort avant dans l'arrière-saison.

En examinant dans les détails les deux périodes envisagées, on constate que, pour la décade 1820-1829, la température moyenne mensuelle a été inférieure à 0° cinq fois en janvier, une fois en février et deux fois en décembre, alors que de 1920 à 1929 elle ne l'a été qu'une fois en janvier, une fois en février et jamais en décembre. Pendant les dix années 1820-1829, les minima de température se sont abaissés au-dessous de —10°, au cours de 6 années en janvier, 1 année en février et 2 années en décembre ; durant la dernière décade un semblable abaissement n'a jamais été observé en janvier et l'a été 1 année en février et 2 années en décembre.

Parmi les hivers les plus froids observés à Paris il y a un siècle, on peut citer ceux de 1820 (—14°3 le 11 janvier), 1823 (—14°6 le 14 janvier), 1829 (—17°0 le 24 janvier) et 1830 (—17°2 le 17 janvier et —15°6 le 6 février), alors que depuis dix ans il n'y a eu, dans la région parisienne, qu'un hiver vraiment rigoureux, celui de 1929 où, le 13 février, le thermomètre descendit à —14°8. L'hiver 1829-1830 mérite une mention particulière, car, jusqu'à celui de 1879-1880 ce fut le plus rigoureux du XIXe siècle ; à Paris, la température moyenne de décembre 1829 atteignit seulement —3°5 et celle de janvier 1830, —2°5 (les moyennes des minima de ces deux mois furent respectivement de —5°7 et —4°5) : la neige tomba avec abondance pendant ces deux mois, même dans le midi de la France, et elle rendit impossible, au début de janvier, la circulation des voitures dans les rues de la capitale (1) ; les forêts étaient tellement pillées par les malheureux en quête de bois pour se chauffer que Charles X décida, par ordonnance du 4 mars, d'accorder l'amnistie pour tous les délits forestiers commis pendant la période des gelées intenses. Cet hiver si froid fut suivi d'un été pluvieux et sans chaleurs (il n'y eut, dans toute l'année, que deux journées où la température dépassa 30°, les 28 et 29 juillet, et au cours du mois d'août le thermomètre ne s'éleva que 3 fois au-dessus, de 25°) : aussi l'année 1830 est-elle citée dans les annales de la météorologie comme la moins propice de la première moitié du XIXe siècle pour les produits agricoles.

Si des grands froids on passe aux fortes chaleurs, on observe que de 1820 à 1829, il y a eu cinq mois particulièrement chauds, c'est-à-dire ayant présenté des températures moyennes supérieures à 20° : juin 1822 (1), juillet 1825 et 1826, août 1821 et 1826, tandis que dans la décade 1920-1929 trois mois seulement ont eu ce caractère : juillet 1921, 1923 et 1928. Les étés au cours desquels les maxima de température ont atteint à Paris les valeurs les plus élevées sont, pour la première période, ceux de 1824 (35°3 le 14 juillet), 1825 (36°3 le 19 juillet), 1826 (36°2 le 1er août) et pour la seconde l'été remarquable de 1921 (38°4 le 28 juillet, température la plus haute qui ait jamais été observée sous abri à Paris) et celui de 1923 (35°4 le 9 août). La fameuse journée du 29 juillet 1830, réputée pour sa température si élevée, fut bien la plus chaude de l'année 1830, et, cependant, le thermomètre n'y dépassa pas 31°.

Un tableau analogue au précédent fournit, en ce qui concerne les pluies, les valeurs moyennes mensuelles des hauteurs d'eau exprimées en millimètres (une chute de pluie de 1 millimètre représente 1 litre d'eau par mètre carré).

Hauteurs d'eau moyennes mensuelles et annuelles à Paris

Périodes	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
1820-1829	38	33	43	46	62	44	50	43	55	50	43	40	547
1920-1929	45	42	43	58	51	56	67	58	38	72	52	58	640

Ces données pluviométriques peuvent être complétées par le tableau suivant qui indique le nombre moyen de jours de pluie observés chaque mois pendant les mêmes périodes.

(1) Victor Hugo, qui dirigeait à ce moment les représentations d'Hernani, devait se rendre au théâtre en chaussons à cause du verglas persistant, et une fois qu'il y était arrivé, on lui maintenait une chaufferette chaude sous les pieds. Le froid rigoureux cessa subitement le 8 février 1830 et en 24 heures la température s'éleva brusquement de 15°, le minimum passant de — 10°2 le 7 à +5°0 le 8. Le 25 février, jour de la première d'Hernani, la température ne descendit pas au-dessous de +6°5 et dans l'après-midi elle atteignit +15°2 : le même jour, à 9 heures du soir, le thermomètre marquait encore +7°7 ; la température moyenne de cette journée, célèbre dans l'histoire du romantisme, avait été de 10°8, supérieure de plus du double à la normale (celle-ci étant à Paris de 4°8 à cette date).

(1) L'année 1822 fut remarquable par sa grande insolation : aussi dans le pays toulousain la moisson du blé était-elle achevée le 20 juin, et en Bourgogne on commença dès la fin d'août les vendanges, qui donnèrent un vin de qualité supérieure.

Nombre moyen mensuel et annuel des jours de pluie à Paris

Périodes	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
1820-1829	11	9	12	12	15	12	14	13	12	14	14	14	152
1920-1929	18	14	14	16	13	11	12	11	11	14	14	18	166

De l'examen des chiffres précédents, il résulte qu'à l'exception des mois de mars, mai et septembre, les autres mois étaient beaucoup plus secs il y a cent ans, bien que, cependant, le nombre des jours de pluie fut, en été, supérieur à celui de l'époque actuelle. Cette dernière constatation démontre que l'intensité des pluies estivales était moins forte autrefois et que, par suite, les étés, quoique plus chauds, devaient être plus nuageux qu'aujourd'hui.

Lorsqu'on regarde de plus près la répartition des pluies au cours des deux périodes, on constate que, durant la décade 1820-1829, il y a eu cinq mois très secs, c'est-à-dire où il est tombé moins de 10 mm. d'eau : novembre 1820, février 1821, juillet 1825 avec 2 mm. seulement, octobre 1828 et décembre 1829 ; au cours du mois de février 1830, mois dont nous avons déjà parlé à propos des représentations d'*Hernani*, on ne recueillit que 2 mm. d'eau répartis sur 4 jours. Dans la décade 1920-1929, on a compté six mois très secs : février, juin et juillet 1921, septembre 1926, mars et septembre 1929 ; en juin 1921, il n'a été noté que 1 mm. d'eau, et, durant tout le mois de mars 1929, la sécheresse a été absolue.

Les mois très pluvieux, où il est tombé plus de 100 mm. d'eau, ont été au nombre de cinq entre 1820 et 1829 : octobre 1824, novembre 1825, mai 1827, juillet et septembre 1829 ; en juillet 1829, on a recueilli 128 mm. d'eau et en mai 1830, 123. Le nombre de ces mois a doublé au cours de la dernière décade, puisque des hauteurs d'eau supérieures à 100 mm. ont été notées en juillet 1920, octobre et décembre 1923, août 1924, octobre 1926, juin et juillet 1927, avril et septembre 1928, octobre 1929 ; en chacun des quatre premiers mois de cette série on a mesuré 120 m/m de pluie (1).

Les dix premières années du Romantisme ont donc été caractérisées par des saisons beaucoup plus tranchées que les saisons actuelles : hivers plus froids et étés plus chauds, période octobre à avril plus sèche, période mai à septembre présentant une plus grande fréquence de jours de pluie. Malgré cet état du temps assez conforme, semble-t-il, à l'idée que nous nous faisons du climat normal pour nos régions, nos aïeux ne se considéraient pas comme satisfaits et déclaraient, tout comme on le fait en 1930, que les saisons étaient déréglées. C'est ce que constate officiellement une circulaire adressée le 25 avril 1821 à tous les préfets par le Ministre, Secrétaire d'Etat de l'Intérieur, qui débute ainsi : « Messieurs, depuis quelques années nous sommes témoins de refroidissements sensibles dans l'atmosphère, de variations subites dans les saisons, d'ouragans ou d'inondations extraordinaires auxquels la France semble devenir de plus en plus sujette. » La note ministérielle invitait ensuite les administrateurs des départements à rechercher si ces modifications du climat n'étaient pas dues aux nombreux déboisements effectués depuis la Révolution, soit par les acheteurs des biens nationaux, soit par les acquéreurs des 150.000 hectares de forêts domaniales cédés à la « Caisse d'Amortissement » par la loi du 25 mars 1817. Les réponses furent loin d'être uniformes. De nombreux préfets admettaient bien l'existence d'anomalies dans les saisons, mais si les uns les imputaient à la déforestation de la France, d'autres en voyaient l'origine dans la destruction des forêts américaines ou encore dans les tremblements de terre et les éruptions volcaniques survenues en Europe durant les années précédentes (Lisbonne et la Calabre) ; quelques-uns même, suivant l'exemple de Bernardin de Saint-Pierre, n'hésitaient pas à attribuer « ces grands changements dans l'atmosphère à la déclinaison de l'aiguille aimantée ! » D'autres préfets par contre, estimaient que le climat de leur département n'avait pas varié et, en l'absence de données météorologiques précises, il était difficile de savoir laquelle de ces opinions était la bonne : c'est ce que fait justement remarquer le préfet de Charente-Inférieure lorsqu'il déclare « qu'on ne pourra résoudre la question, objet de la dépêche ministérielle, qu'autant que le Gouvernement aura rendu obligatoire, au moins dans chaque ville principale ou chef-lieu de sous-préfecture, des observations météorologiques journalières. »

Il est assez curieux de voir défendre avec la même conviction, dans des départements cependant voisins, ces deux thèses opposées de la constance et de la variabilité des climats. « Il est très certain, mentionne le rapport de la Vendée, que la température a subi, dans notre contrée, des changements sensibles depuis vingt-cinq ans. Avant cette époque, les hivers étaient plus précoces, plus rudes et moins longs ; les gelées blanches se déclaraient à la Toussaint et parfois au mois d'octobre ; dans les mois de dé-

(1) A Paris, la hauteur de pluie pour l'année météorologique 1930 a été de 880 m/m, chiffre le plus élevé qui ait encore été observé.

cembre et janvier, les gelées étaient fortes, mais en février la température s'adoucissait rapidement et la végétation était rarement arrêtée par de mauvais froids. Depuis le temps que je rappelle, l'état de choses a changé : l'automne se prolonge jusqu'en décembre, accompagné d'une température sèche et fort douce ; à la fin de décembre et au commencement de janvier, on éprouve quelques jours de froids et des gelées peu vives auxquelles succèdent des pluies abondantes et une température humide et froide qui se prolonge jusqu'au printemps. » Toute autre est l'opinion du préfet de Maine-et-Loire, département pourtant limitrophe du précédent : « Si la génération actuelle se plaint de variations subites dans la température, si, forte d'une expérience de vingt-cinq ou trente années, elle répète sans cesse que les cours des saisons ont changé, que la grêle est plus fréquente et la neige plus rare et moins abondante qu'autrefois, oserons-nous conclure qu'il existera nécessairement une différence entre la température des siècles à venir et celle des siècles passés? Nous admettrons, au contraire, avec réserves, les plaintes que chaque génération adresse à celle qui s'élève et, comparant les trente années qui viennent de s'écouler avec celles que de grandes catastrophes ont rendues fameuses, nous sommes convaincus que le département de Maine-et-Loire n'a pas éprouvé plus fréquemment qu'autrefois l'effet des grandes intempéries des saisons. »

La même note discordante se retrouve dans deux départements du Midi également contigus, le Gers et la Haute-Garonne : « On estime, en général, écrit le préfet du premier, que la température est infiniment plus variable qu'autrefois et que l'ordre des saisons est interverti. Les hivers, surtout dans leur commencement, sont plus doux, les étés moins chauds ; les printemps tiennent plus des hivers ; les alternatives de chaud et de froid se prolongent quelquefois jusqu'au mois de juillet, et il n'est pas rare de voir, en mai et juin, des gelées très funestes aux récoltes. » Par contre, dans la Haute-Garonne, on se montre beaucoup plus sceptique sur ces prétendues modifications climatologiques. « On croit généralement remarquer que les inondations sont plus désastreuses, les sécheresses plus longues, les vents plus impétueux, les grêles plus fréquentes, et il paraît que ces désastres sont la suite du déboisement ! Mais il faudrait d'abord être bien fixé sur l'existence des effets avant que de prétendre en connaître la cause. Ces effets sont attestés par beaucoup d'hommes avancés en âge qui peuvent comparer le passé au présent, mais comme le mal actuel est toujours celui qui est le plus frappant, ce témoignage me paraît insuffisant. Il faudrait, pour fixer l'opinion de l'administration, avoir une longue suite d'observations météorologiques qui nous missent à même de faire la comparaison des faits qui se sont passés dans ce département vers la fin du siècle dernier avec ceux dont nous sommes les témoins. »

Ne croirait-on pas, en lisant certaines des lignes précédentes écrites cependant il y a plus de cent ans, entendre les récriminations de la génération actuelle? Mais, au lieu d'attribuer les causes de ces variations climatologiques aux éruptions volcaniques et au déboisement, comme on le faisait au début du XIX^e^ siècle, ou encore aux effets des grandes canonnades, ainsi qu'on le répétait partout de 1914 à 1918, c'est la T.S.F. qu'on rend aujourd'hui responsable, *sans plus de fondements d'ailleurs*, de la trop grande pluviosité des étés ou du défaut de couverture neigeuse à la saison froide !

Quoi qu'il en soit, un grand nombre de Français étaient déjà persuadés, en 1830, que le climat de leur pays n'était plus normal. N'avait-il donc existé, auparavant, que des saisons régulières? Un nouveau recul de cent ans va nous permettre de répondre : nous sommes dans la période 1720-1730 : aucune observation météorologique précise n'est encore effectuée, mais parmi les Mémoires de l'époque se trouve le journal de Narbonne, premier Commissaire de police de Versailles, dans lequel sont insérées des remarques fort intéressantes sur le temps qu'il a fait à Versailles, de 1709 à 1745 : or, qu'y lisons-nous?

Le commencement de l'année 1725 jusqu'au mois de mai annonçait une récolte abondante, mais les pluies qui survinrent et qui furent *continuelles pendant cinq mois* retardèrent la récolte et firent germer la plus grande partie des blés qui étaient coupés. Le 30 juin de cette année, on commença, à Paris, des processions pour demander la cessation de la pluie, et on descendit même la châsse de Sainte-Geneviève. Le mauvais temps s'arrêta alors pendant quelques jours à partir du 4 juillet, moment où le pain valait déjà 4 sous la livre, mais il reprit bientôt : le mois d'août fut des plus humides et, au début de septembre, le pain était à 8 sous la livre.

L'année suivante, le début de janvier est tellement pluvieux que la Seine déborde, puis, brusquement commence, le 14 janvier 1726, une période de froids intenses : le fleuve charrie et reste gelé jusqu'au 20 février.

De Noël 1728 au 25 janvier 1729, se produisent des gelées si intenses qu'on les a comparées à celles du fameux hiver de 1709 : la neige tombe en abondance et recouvre le sol d'une couche épaisse de 1 pied à Versailles ; on va en traîneau dans les rues et le froid est tel qu'on allume à tous les carrefours des feux gardés par les Suisses. Les perdrix meurent en si grandes

quantités qu'elles se vendent seulement 10 sous pièce.

Que conclure des citations précédentes, sinon que l'irrégularité a toujours été le propre du temps? Nous pourrions multiplier les exemples, mais nous nous bornerons à une nouvelle preuve extraite des lettres de Mme de Sévigné : après avoir noté, le 3 juillet 1675, « un froid étrange », la célèbre épistolière écrit, le 19 du même mois, qu'on a dû descendre la châsse de Sainte-Geneviève « pour faire cesser la pluie et demander le soleil » et cinq jours après elle mande à sa fille : « Il fait bien chaud aujourd'hui : je suis très persuadée que notre châsse a fait ce changement, car sans elle nous apercevions, comme vous, que *le procédé du soleil et des saisons était changé.* » Et si nous voulons remonter encore plus avant dans le cours des siècles et nous transporter dans une autre partie du monde, nous voyons, dès le IIIe siècle, Saint Cyprien répondre aux païens, qui attribuaient à l'impiété des chrétiens envers leurs dieux les troubles des saisons : « Si l'hiver ne donne plus assez d'eau pour nourrir les semences, si l'été n'est plus suffisamment chaud pour amener les moissons à maturité, si le printemps est impuissant à assurer la germination des graines, si l'automne enfin est incapable désormais de faire fructifier les produits d'arrière-saison, ce n'est pas aux chrétiens qu'il faut vous en prendre, mais bien à la vieillesse du monde qui penche vers son déclin. »

En présence de ces récriminations séculaires, on comprend que des esprits curieux aient essayé de rechercher si l'homme ne pourrait pas agir sur les climats et les modifier à sa convenance. Nous estimons, pour notre part, que si jamais un résultat sérieux était obtenu dans cette voie — ce qui, heureusement, n'est pas près de se produire — il en résulterait dans tous les domaines, et notamment au point de vue économique, des bouleversements très regrettables. C'est ce qu'a si finement exprimé La Fontaine dans sa fable *Jupiter et le métayer* où l'homme demande que le maître de l'Olympe

Le laissât disposer de l'air,
Lui donnât saison à sa guise,
Qu'il eût du chaud, du froid, du beau temps, [de la bise,
Enfin du sec et du mouillé, aussitôt qu'il au- [rait baillé.

Après avoir tenté l'expérience, le malheureux métayer dut reconnaître que ses voisins, qui se contentaient du sort commun, avaient des récoltes plus belles que les siennes ; il en serait encore de même au XXe siècle et, malgré les progrès considérables de la science agronomique, le terrien, qui serait libre de faire lui-même le temps comme il l'entendrait, risquerait fort de n'en tirer aucun avantage appréciable. La morale de l'apologue précédent nous semble donc toujours d'actualité, et, en plein accord avec le Bonhomme, « concluons que la Providence sait ce qu'il nous faut mieux que nous ».

NOTES ET ACTUALITÉS

Photochimie

Quelques aspects de la photochimie. — L'étude des actions chimiques de la lumière, ou photochimie, n'est entrée véritablement dans une voie féconde qu'il y a 25 ans à peine, lorsque les chercheurs ont eu pour les guider les idées théoriques modernes sur la matière et le rayonnement. Dans *Scientia* (juillet 1930), M. Berthoud a dressé un tableau très intéressant de l'état actuel de la photochimie.

1. Le mécanisme même de l'action lumineuse est loin d'être parfaitement élucidé. On admet cependant que la lumière doit agir en provoquant l'apparition ou en augmentant le nombre de ces molécules actives considérées pour la première fois par Aréhnius pour interpréter d'une manière simple et claire les réactions chimiques dans le cas le plus général.

Du point de vue expérimental, les recherches de Lazareff (1907) sur la décoloration de certaines matières organiques, et celles de Luther et Forbes (1909) sur l'oxydation de la quinine par l'acide chromique ont établi que, dans ces cas, l'effet photochimique était proportionnel à la quantité de lumière absorbée. Cette proportionnalité a été dès lors souvent observée et constitue ce qu'on nomme, improprement d'ailleurs, la loi de Grotthus-Draper. Cependant la quantité de lumière absorbée n'est pas le seul facteur à considérer : les concentrations ont souvent une influence indépendante de l'absorption.

Il n'est pas suffisant que la lumière soit absorbée pour qu'elle détermine une action chimique. Le plus souvent une absorption de lumière n'a d'autre effet qu'une élévation de température. L'activité des radiations du point de vue chimique dépend beaucoup de la longueur d'onde. Les radiations infra-rouges ou rouges ne sont que très rarement actives, les rayons verts, bleus ou violets le sont plus souvent et la lumière ultra-violette plus fréquemment encore. On désignait souvent autrefois ces derniers rayons sous le nom de rayons chimiques, ce qui, d'ailleurs constituait une désignation impropre, puisque toutes les radiations peuvent être actives vis-à-vis d'une réaction chimique convenablement choisie.

L'explication de cette activité toute particulière des radiations ultra-violettes a été fournie par la théorie des quanta d'après laquelle toute radiation ne peut être émise

ou absorbée que par unités discrètes ou quanta $q=hf$, proportionnelles à la fréquence f de la radiation.

2. En ce qui concerne les changements que la lumière produit dans les molécules qui l'absorbent, l'étude des spectres d'absorption des vapeurs sous faible pression a fourni des renseignements du plus haut intérêt qu'on peut résumer de la manière suivante :

1° Les radiations de très grandes longueurs d'onde, de l'ordre de 100 μ, appartenant à l'infra-rouge très éloigné du spectre visible, ont seulement pour effet d'accroître la vitesse de rotation des molécules.

2° Les rayons de longueurs d'onde plus courtes mais faisant partie encore, le plus souvent, de l'infra-rouge, provoquent un mouvement d'oscillation des atomes, mais sans changer leurs positions moyennes.

3° Enfin, des rayons de fréquences plus grandes correspondant au domaine visible ou, plus souvent encore, à l'ultra-violet, produisent un déplacement de certains électrons de valence, accompagné d'un écartement des atomes qu'ils unissent. Si cet écartement est suffisant, la liaison entre les atomes se trouve assez affaiblie pour que la molécule puisse entrer en réaction avec une autre ou même se dissocier ; en d'autres termes, elle est devenue chimiquement active.

Il est important de remarquer que le passage de la molécule de l'état normal en un état activé est produit presque sans exception par un quantum unique qui fournit exactement l'énergie nécessaire à la transformation et non par 2 ou plusieurs quanta plus petits qui seraient absorbés successivement.

Aussi pourrait-on penser que l'activation d'une molécule exigeant un seul quantum de fréquence convenable, le nombre des molécules qui entrent en réaction devrait être égal au nombre de quanta absorbés. Mais cette hypothèse formulée par Einstein et à laquelle on donne souvent le nom de loi de l'équivalence, bien que vérifiée dans quelques cas, est loin d'être générale. En réalité, le rendement quantique peut prendre toutes les valeurs imaginables, des plus faibles aux plus élevées. Il faut parfois des milliers de quanta pour provoquer la transformation d'une seule molécule, et parfois, au contraire, la transformation de centaines de mille molécules est causée par un seul quantum. Pour rendre compte des rendements élevés, on admet ordinairement que la lumière déclanche une série de réactions formant chaîne.

3. La lumière peut soit provoquer des réactions endoénergétiques qui ne s'accompliraient pas sans son aide, soit accélérer les réactions exoénergétiques, possibles spontanément. On a souvent assimilé à une catalyse l'influence accélératrice de la lumière dans ce dernier cas. Cependant la lumière ne se comporte que de très loin comme un catalyseur. Quand elle agit sur un système chimique, c'est toujours par l'énergie qu'elle apporte, et il est fréquent qu'elle accélère une réaction mais non pas son inverse et modifie ainsi l'état d'équilibre qui s'établirait en dehors d'elle, ce que ne fait pas un catalyseur proprement dit.

4. En résumé, indique M. Berthoud en terminant, « on est arrivé à « expliquer » de manière tout à fait satisfaisante, un certain nombre de phénomènes photochimiques en se basant sur les deux principes suivants :

1° Le nombre des molécules activées est égal au nombre des quanta de lumière active absorbés.

2° Toutes les réactions qui succèdent à l'action de la lumière, y comprise la désactivation spontanée des molécules, suivent la loi d'action de masse qui régit les réactions sombres ».

A. Bc.

Electricité

Eclairage par tubes à décharge électrique. — Les tubes à décharge, déjà d'intérêt scientifique si puissant, ont acquis, en outre, ces dernières années, une importance pratique considérable dans le domaine de l'éclairage. En beaucoup de circonstances maintenant, ils se substituent avec avantage aux lampes à incandescence, ainsi que l'a exposé Clifford C. Paterson (1) au cours d'une conférence devant l'Institution of Electrical Engineers, en octobre 1930.

Le développement de la technique s'est surtout accusé à la suite de l'invention de l'artifice de la cathode chaude. Les premiers modèles de tubes exigeaient une tension de plusieurs milliers de volts pour n'offrir, finalement, qu'une luminosité assez faible. Dans les modèles actuels, le rayonnement cathodique est assuré par l'émission électronique d'une substance chauffée au moyen d'une batterie auxiliaire. Dans ces conditions, les voltages usuellement utilisables suffisent pour l'excitation, et l'efficacité lumineuse obtenue est entièrement satisfaisante.

En effet, le tube à cathode chaude, excitée à basse tension, permet de récupérer de 15 à 50 lumens par watt, suivant ses dimensions et son gaz de remplissage. Ce rendement est nettement supérieur à celui des lampes à incandescence, dont les plus grands modèles ne fournissent guère plus de 18 lumens par watt, et cela sans possibilité d'un survoltage qui entraînerait une altération de la perception des couleurs.

La luminescence des gaz et celle des solides sont d'ailleurs de caractère très différent. Alors que l'incandescence des solides donne lieu à un spectre continu, la radiation des gaz se résout, au spectroscope, en un certain nombre de raies et de bandes.

Par exemple, le spectre de la vapeur de mercure, où l'élément est à l'état monoatomique, comporte principalement une raie verte, une raie bleue et deux raies jaunes. Dans le spectre de l'azote, gaz non réduit par la décharge à l'état atomique, on relève des bandes dans le rouge, dans le jaune, dans le vert et dans le bleu. Le spectre de l'oxyde de carbone contient des bandes si nombreuses qu'il peut, tout d'abord, donner l'illusion de la continuité.

Si, dans les lampes ordinaires à incandescence, le filament vire du rouge au blanc, à mesure que s'élève le courant qui le traverse, au contraire, le tube à décharge jouit d'une luminosité à peu près constante, quel que soit le régime, luminosité dépendant seulement de l'atmosphère gazeuse intéressée.

En particulier, les tubes à néon, d'utilisation si répandue, sont susceptibles d'un fonctionnement prolongé, de l'ordre d'une année. Leur luminosité rouge ne subit, en cas de brouillard, qu'une absorption faible, ce qui les rend particulièrement précieux pour la signalisation.

S. V.

(1) Engineering, 3 octobre 1930.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

Refonte et transformation de navires. — Les travaux de transformation de navires existants, surtout en ce qui concerne la réfection des appareils moteurs, se sont multipliés depuis la guerre dans toutes les nations maritimes. Par l'ingéniosité que les techniciens y ont employée, par l'intérêt intrinsèque des conceptions qui sont nées des problèmes posés à cette occasion, la refonte des navires sollicite, à certains égards, l'attention du public scientifique au même titre que les constructions neuves.

L'importance de ces réfections s'explique, d'une façon très générale, à la fois par le fait du coût élevé des navires modernes, qui incite les armateurs à prolonger le plus posssible l'existence de leurs bâtiments, et par celui de l'extrême rapidité du progrès technique, qui amène parfois le déclassement; ou tout au moins le sous-classement d'un navire relativement jeune, le plus ordinairement par défaut de vitesse.

Les travaux de refonte portant sur la coque, et qui s'analysent en somme en une reconstruction partielle, ne s'entreprennent guère qu'à la suite d'avaries majeures, provenant d'abordage ou d'incendie, ou encore pour des unités ayant subi une usure anormale. C'est là le cas des pétroliers, soumis à une corrosion très rapide : je me bornerai à citer l'exemple de l'un de ces navires, dont la construction ne remonte qu'à 1917 et dont la réfection, entreprise récemment a comporté la reconstruction d'une partie considérable de la coque, sur 90 mètres de longueur.

La transformation ne concerne, le plus habituellement, que l'appareil moteur. Bien entendu, il sera apporté, à cette occasion, telle modification utile aux accessoires de la coque : changement du gouvernail, ou des supports d'hélice, des quilles de roulis, dans le sens d'une meilleure appropriation des appendices à la carène.

La refonte est parfois totale et comporte le remplacement de tout l'appareil moteur. C'est ainsi qu'il a été procédé un peu partout, à de nombreux remplacements de machines à vapeur par des moteurs Diesel ; le *Board of Trade*, américain, notamment, a opéré de la sorte sur un certain nombre de cargos appartenant à sa flotte commerciale, dans le but d'obtenir des éléments de comparaison présentant un intérêt général pour toute l'industrie des armements. C'est dans la même intention qu'ont été réalisées par le même organisme d'Etat, des adaptations de chaudières usuelles à l'utilisation du charbon pulvérisé.

La Compagnie du *Canadian Pacific* a procédé au remplacement des turbines du paquebot *Empress of Canada*, de 1922, par de nouvelles turbines développant une puissance de 40 o/o supérieure à celle des anciens appareils. La vitesse s'est trouvée portée, de ce chef, de 19 à 20 nœuds, 5.

La *Hambourg-Amerika* poursuit actuellement le remplacement complet des appareils de quatre paquebots du type *Albert Ballin*. Les chaudières cylindriques font place à des chaudières à tubes d'eau. Les nouvelles turbines développent 26.000 cv., au lieu de 13.000. Le port en lourd se trouva réduit de 1.000 tonnes environ ; mais la vitesse sera élevée de 16 à 19 nœuds, ce qui réduira la durée de la traversée New-York-Hambourg de dix à huit jours.

Dans la plupart des cas, la transformation ne comporte pas une mesure aussi radicale, au surplus fort onéreuse, que le remplacement pur et simple des appareils. C'est, d'ailleurs, précisément ce qui en fait l'intérêt, du fait des combinaisons plus ou moins ingénieuses que les circonstances conduisent à envisager.

Je rappellerai d'abord que c'est en cherchant à augmenter la puissance des moteurs Diesel ordinaires a quatre temps, que l'on a été conduit à réaliser la suralimentation, par compression de l'air d'aspiration. Le résultat a été particulièrement fécond, puisqu'il a donné un système original, susceptible d'être réalisé aussi bien sur des appareils neufs, en raison des avantages spéciaux qu'il est seul capable de procurer.

Une situation assez courante est celle d'un cargo, équipé d'une machine à vapeur alternative et dont on se propose d'élever la vitesse. Le système *Bauer-Wach*, conçu en Allemagne, répond spécialement à ce programme. Il consiste à installer dans la machinerie une turbine à basse pression. Cette turbine, alimentée par la vapeur d'échappement du cylindre de la machine alternative, agit sur l'arbre porte-hélice pour l'intermédiaire d'engrenages et d'un joint hydraulique. Le système *Bauer-Wach* a été installé sur un certain nombre de navires allemands et anglais.

Un autre dispositif combine l'emploi de la même turbine avec le principe de la propulsion électrique. La turbine, au lieu d'agir directement sur l'hélice, actionne une dynamo, laquelle fournit le courant à un moteur électrique claveté sur l'arbre. Un cargo anglais, équipé de la sorte, a obtenu un gain de vitesse de plus d'un nœud, en même temps qu'une réduction de la dépense de vapeur de 23 o/o, évaluée à puissance égale. Indépendamment de la souplesse et de la simplicité de réglage qu'apporte l'appareillage électrique, le moteur exerce une influence stabilisatrice sur le fonctionnement de la machine : par mauvais temps, avec l'hélice partiellement émergée, le nombre de tours reste pratiquement constant, malgré les variations de charge.

Toutefois, l'utilisation d'une turbine BP nécessite la réalisation d'un vide plus élevé au condenseur, ce qui peut soulever quelques difficultés, surtout pour la navigation dans les mers chaudes. Le rendement de l'installation peut se trouver, de ce fait, compromis, sous le rapport de l'économie générale. C'est pourquoi il convient de poser tout d'abord le principe qu'en matière de transformation, toute règle trop générale est dangereuse et que, dans chaque cas concret, il doit être accordé la plus grande attention aux diverses circonstances de l'exploitation.

Une utilisation plus radicale encore de la propulsion électrique auxiliaire est envisagée en ce moment par des techniciens anglais. Elle correspond au cas de navires à turbines, dont on désire élever légèrement la vitesse, sans remplacer les appareils ni ajouter de chaudières supplémentaires. Le complément de puissance est ici encore fourni par un moteur électrique claveté sur l'arbre moteur ; mais la dynamo qui lui fournit le courant est conduite par moteur Diesel.. On peut installer d'ailleurs deux groupes Diesel électrogènes et obtenir aisément plus d'un millier de chevaux sur l'arbre. Ces groupes peuvent, de plus, alimenter également les auxiliaires du bord, ce qui peut procurer finalement un avantage sensible de rendement global.

Louis Basso.

Industrie

Chromage des montres en or en Suisse. — Depuis quelque temps, quelques fabricants ont procédé au chromage de boîtes de montres en or. Cette pratique a soulevé des observations du contrôle des matières d'or et d'argent, car après passage au contrôle aucune adjonction ou transformation n'est permise. Le Bureau fédéral des matières d'or et d'argent vient en conséquence d'interdire cette opération.

La Chambre Suisse de l'horlogerie établira par une enquête en cours s'il est désirable que cette pratique soit autorisée ou non (*Bull. Chambre de Commerce française*, Genève, oct. 1930).

L. R.

Agriculture

L'Institut International d'Agriculture à Rome. — L'Institut International d'Agriculture a célébré récemment le vingt-cinquième anniversaire de sa fondation. Au même moment s'est réunie la dixième Assemblée générale qui groupe tous les deux ans les représentants des 75 Etats

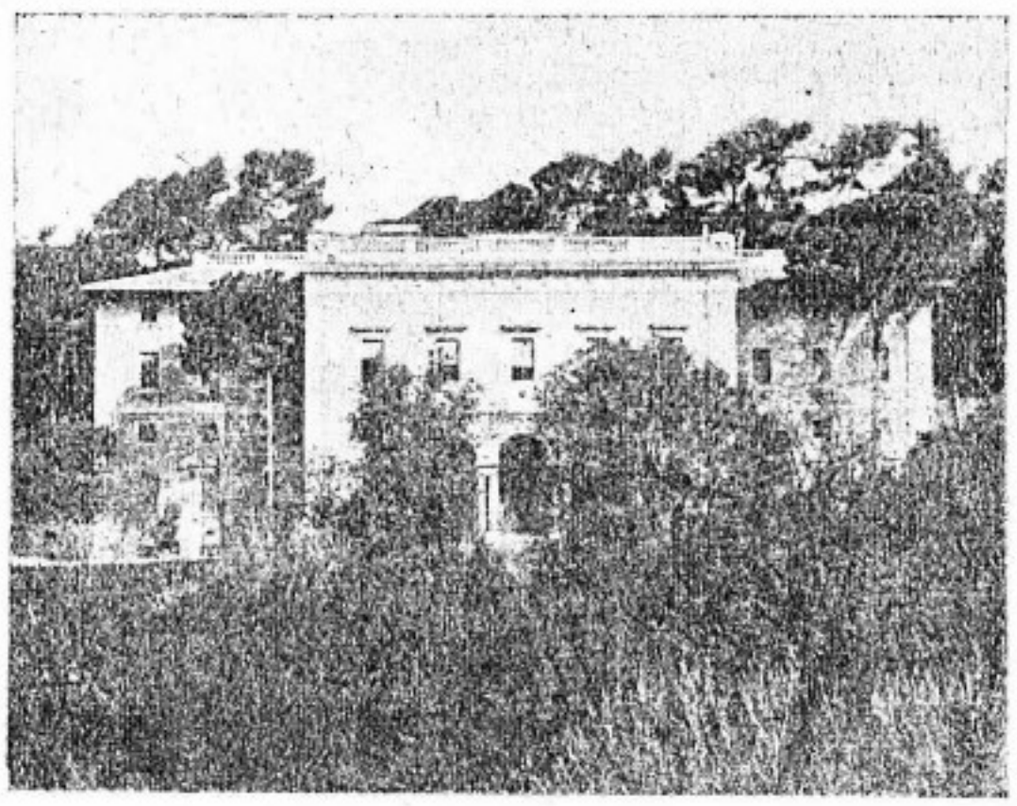


Fig. 1. — L'Institut international d'Agriculture à la Villa Borghèse. Vue générale.

adhérents, venus à Rome pour examiner les travaux effectués dans les deux dernières années et fixer le programme des études à entreprendre.

Sans refaire l'historique de cette véritable Société des Nations, existant depuis 1905, il est nécessaire, cependant, d'attirer l'attention des agriculteurs sur ce qui se passe dans cette maison où tant de travaux ont été effectués depuis un quart de siècle dans le but d'améliorer la production agricole mondiale.

Ce que l'on ne peut se permettre de passer sous silence, c'est que cette Institution internationale conçue et préconisée par un génial philanthrope américain, mais d'origine française, David Lubin, a été réalisée par le Roi Victor Emmanuel III, qui a donné depuis, dans le domaine national, tant de preuves d'extraordinaire clairvoyance. M. Marcel Héraud, sous-secrétaire d'Etat à la présidence du Conseil, représentant le Gouvernement français, n'a pas manqué, dans le discours qu'il a prononcé à l'assemblée, de souligner la clairvoyance du Roi d'Italie et de le remercier d'avoir donné au monde un tel exemple de perfectionnement et d'organisation de la production agricole.

En France, bien des personnalités du monde agricole

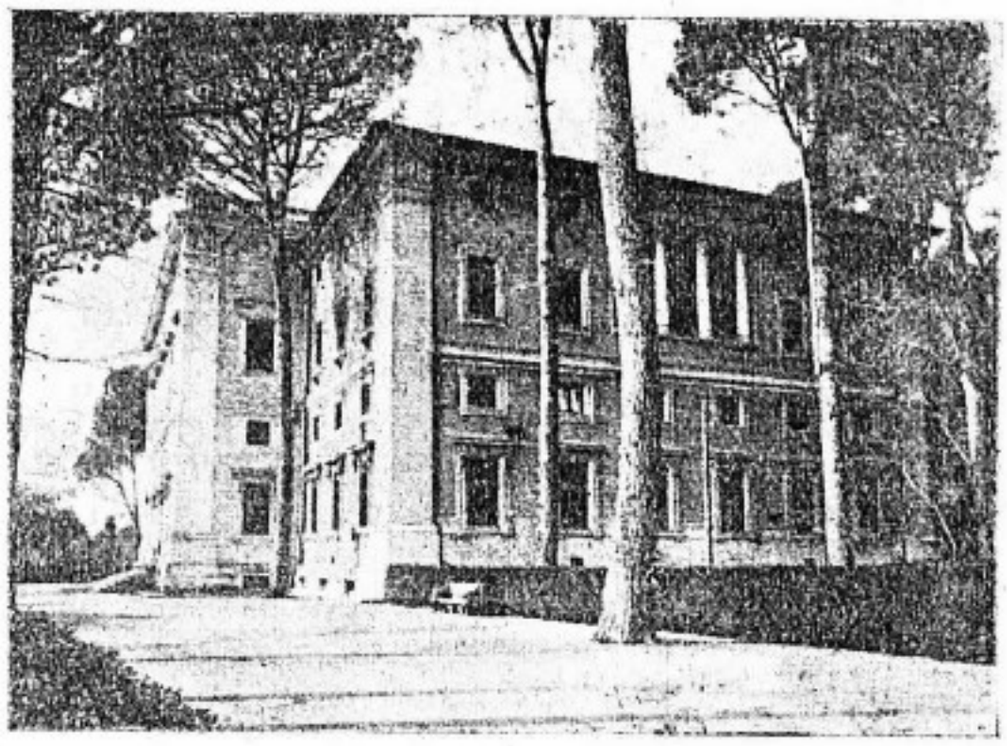


Fig. 2. — L'Institut national d'Agriculture.

sont à peine informées de l'existence de cet Institut où « la France a une si large part », suivant les paroles

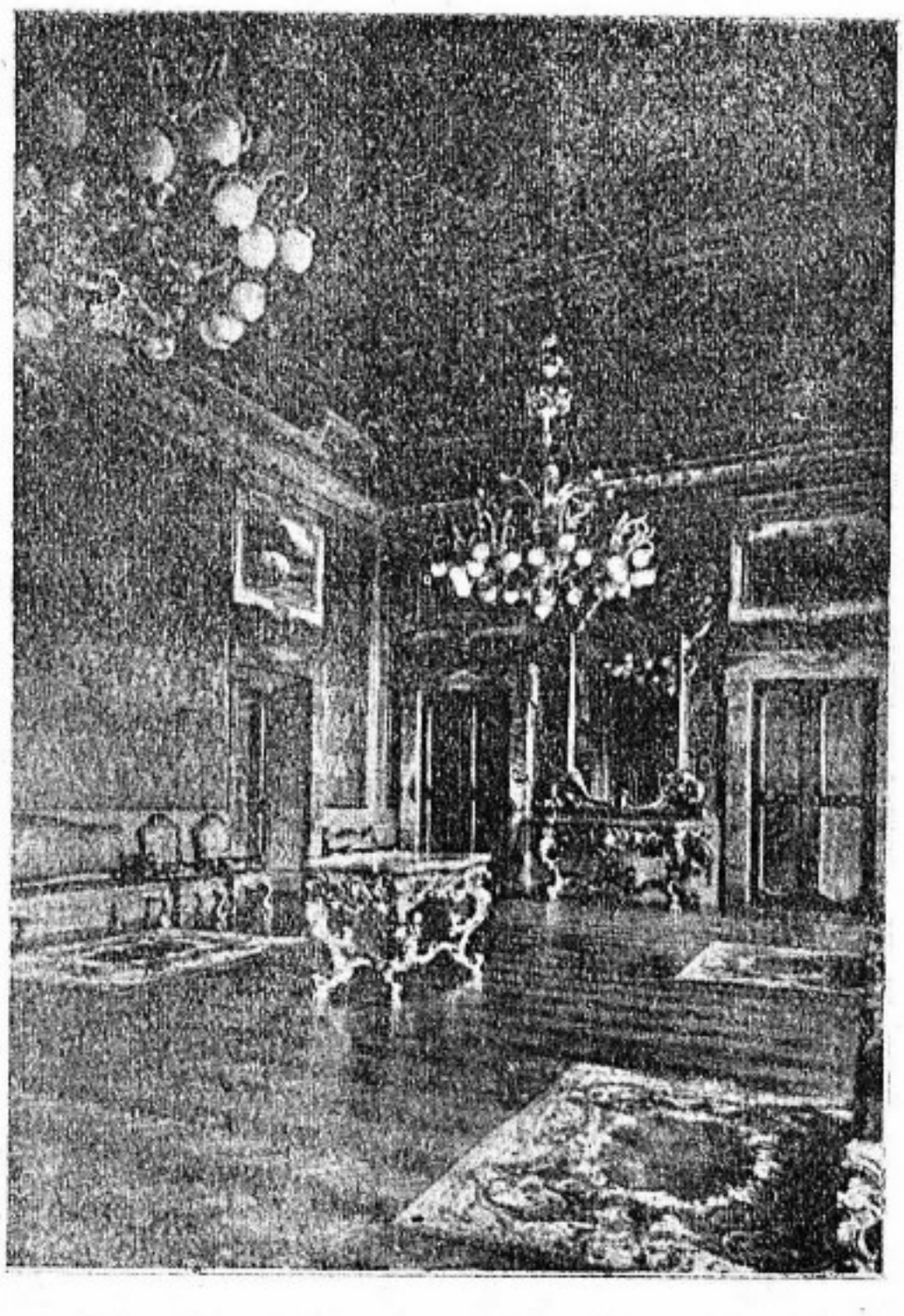


Fig. 3. — Le Salon de réception.

mêmes de notre ambassadeur, M. René Besnard. Si le président de l'Institut, le Dr G. de Michelis, ambassadeur,

est italien, le vice-président est français; depuis la fondation, M. Louis Dop, délégué de la France, a été constamment réélu à ces fonctions actives par les membres du Comité Permanent. La direction des affaires de l'Institut, l'étude des questions agricoles internationales appartiennent, en effet, à un Comité de délégués des Nations, qui résident à Rome et se réunissent une ou deux fois par mois. Leurs discussions sont réglées suivant les usages parlementaires. C'est donc une sorte de Parlement international de l'agriculture. Les études spéciales nécessaires à ses travaux sont faites par un corps de fonctionnaires internationaux : chefs de services, chefs de sections, rédacteurs principaux, rédacteurs, secrétaires, etc., qui travaillent à Rome dans le Palais édifié par le Roi, pour l'Institut, sur les hauteurs de la merveilleuse villa Borghèse. Dans ce cadre agréable et dans ce milieu international on trouve des spécialistes des questions agricoles de plus de 25 nationalités différentes. Les échanges de vues, de renseignements, sont particulièrement faciles et il s'établit entre sujets de nations si diverses des rapports qui sont importants pour une bonne conception réciproque des situations de l'agriculture dans les divers pays. Les Services sont : Secrétariat général et bibliothèque, Renseignements agricoles et maladies des plantes, Statistique, subdivisés en bureaux spéciaux; Législation, Sylviculture, Génie rural, Zootechnie, Laiterie, Cultures tropicales, etc.

Indépendamment de l'étude des réponses aux questions posées par les Gouvernements, l'Institut possède une activité propre, constante : il publie une très importante documentation. D'abord, ses revues mensuelles déjà bien connues. La *Revue internationale d'agriculture*, en trois parties : partie technique, partie économique, partie statistique. Le *Bulletin mensuel de la Protection des plantes.*

L'Institut publie en outre des annuaires : *Annuaire international de Statistique agricole*, *Annuaire international de Législation agricole.* Enfin, des notices diverses, des résultats d'enquêtes internationales, par exemple : le contrôle laitier dans les différents pays, le contrôle des engrais dans le monde, la lutte contre les sauterelles, des comptes rendus de Conférences ou de Congrès agricoles internationaux.

Une forme, de plus en plus importante de l'activité de l'Institut est sa collaboration avec la Société des Nations, à laquelle il vient d'être rattaché, et spécialement le Bureau International du Travail; des réunions communes de ces Institution internationales ayant lieu soit à Genève, soit à Rome.

Pour compléter ces quelques données, on peut ajouter que l'Institut possède une bibliothèque d'environ 200.000 volumes qui reçoit plus de *trois mille* publications périodiques et dont le fonctionnement occupe une vingtaine de personnes, tant la circulation des livres et des périodiques est intense dans les divers bureaux. Le nombre de fonctionnaires est au total de 150 environ.

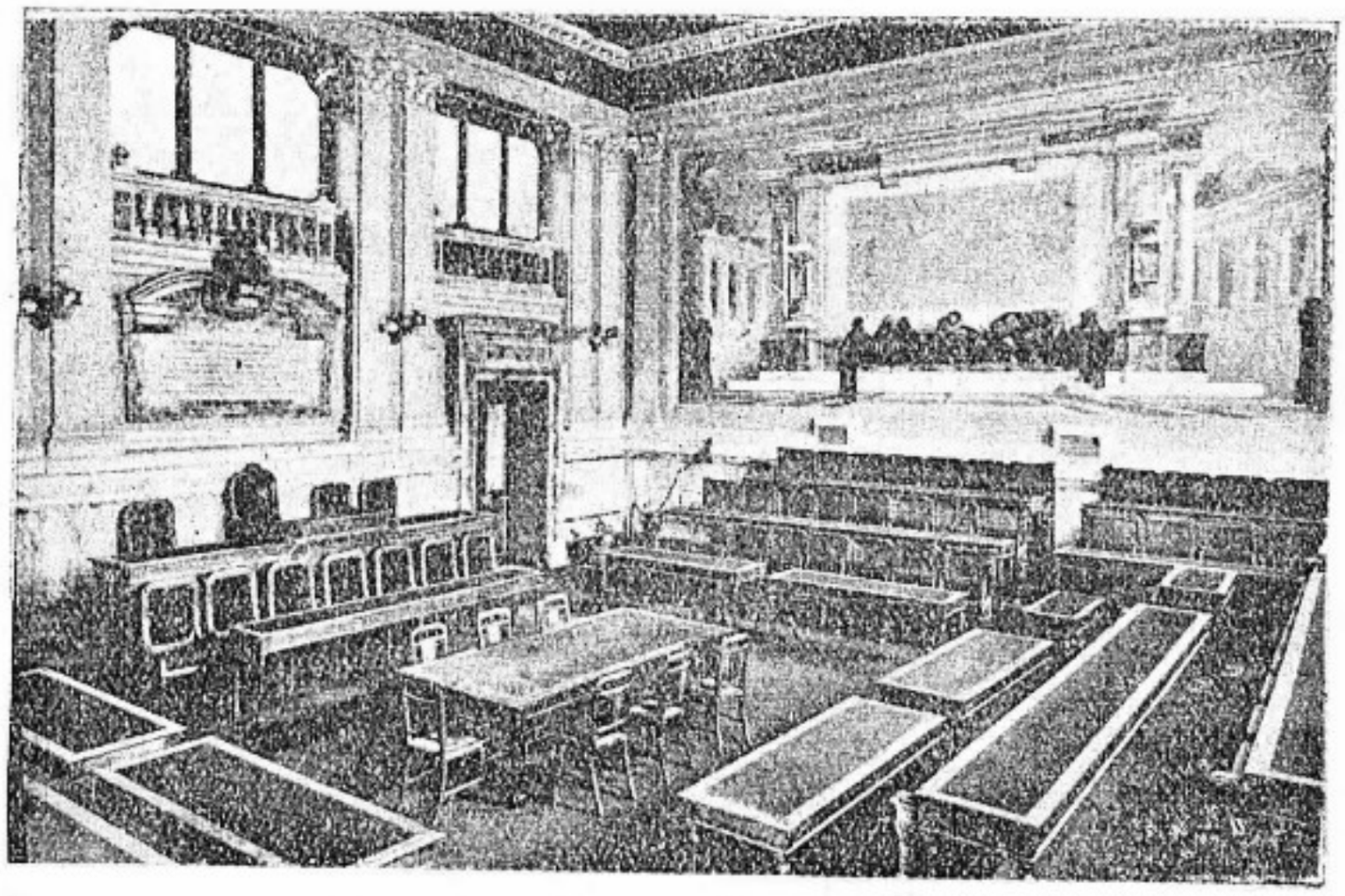


Fig. 4. — Salle des séances du Comité permanent

Enfin, un bureau de poste fonctionne dans l'Institut.

Ce bref exposé donne un faible aperçu de l'activité de cette belle organisation agricole qui peut être perfectionnée, mais qui, telle qu'elle fonctionne, rend déjà de très grands services aux nations adhérentes, c'est-à-dire à la presque totalité des pays du monde.

Laurent Rigotard,
Ingénieur agronome,
ancien Rédacteur principal à l'Institut
International d'Agriculture.

Mines

La Règlementation minière à Madagascar. — La recherche et l'exploitation des mines à Madagascar sont régies par le décret du 19 juillet 1923.

Nous nous proposons d'étudier ici rapidement les principales dispositions de ce règlement.

1°. — *Division des substances concessibles.*

Après avoir défini et distrait les carrières et les tourbières qui restent régies par leur réglementation antérieure, le décret divise les substances concessibles en huit catégories :

1re. — Métaux précieux et pierres précieuses.
2e. — Pierres d'industrie, cristal de roche, corindon, mica, terres rares, minerais d'urane, bismuth, amiante, etc., etc.
3e. — Graphite.
4e. — Fer.
5e. — Métaux autres que le fer.
6e. — Sels minéraux tels que : sel gemme, nitrates, phosphates.
7e. — Combustibles minéraux (houille, lignite).
8e. — Hydrocarbures liquides et gazeux, bitumes, asphaltes et schistes bitumineux.

La plupart de ces catégories sont nettement définies et délimitées.

Seule la deuxième paraît un peu hétérogène; mais on ne pouvait multiplier à l'infini le nombre des catégories; et d'ailleurs la réunion de ces minéraux divers s'explique par le fait que ce sont tous les minéraux des pegmatites; on les trouve dans les mêmes formations géologiques et souvent concurremment.

Disons de suite que des arrêtés spéciaux (5 juin 1924 et 22 juin 1926) ont réservé à l'adjudication certaines régions qui, par suite, ne suivent absolument pas la procédure que nous allons détailler. Ces arrêtés visent des substances de 4e, 6e, 7e, 8e catégories.

Il s'agit de terrains sur lesquels la Colonie a voulu continuer à se réserver des droits antérieurs à la législation actuelle.

Sauf peut-être pour le pétrole, les régions ainsi délimitées sont réduites au minimum indispensable pour garantir les droits de la collectivité. Leur superficie totale est absolument négligeable en regard du vaste champ offert à la prospection; mais il est bon cependant de les connaître, ne serait-ce que pour éviter de perdre son temps à les explorer.

Ceci posé, les titres miniers, permis de recherche ou concessions, sont toujours délivrés pour une *catégorie entière*. Si vous désirez exploiter un gisement de mica, on vous délivre un permis de 2e catégorie, qui vous donne le droit d'extraire aussi bien l'amiante ou le corindon que le mica.

Mais les diverses catégories n'ont aucune liaison entre elles. Si sur le terrain qui vous a été concédé pour la 2e catégorie, on met à jour du graphite, rien n'empêchera d'établir sur le même emplacement, et même en faveur d'un autre titulaire, un nouveau permis de 3e catégorie. Dans ce cas, où des exploitations de nature différente sont superposées, les relations entre les exploitants sont minutieusement réglées par des dispositions que nous ne pouvons détailler ici.

2e. — *Durée des exploitations.*

En France, on connaît bien le géologue qui parcourt la campagne en ramassant des roches. Mais son but est d'ordre purement scientifique; il ne pense pas à une exploitation possible. C'est-à-dire que le *prospecteur n'existe pas.*

D'ailleurs, la presque totalité du sol est d'origine sédimentaire, la contexture et la succession des couches sont connues avec assez de précision. Il peut arriver qu'un gisement connu depuis longtemps devienne exploitable; c'est le cas de la bauxite. Mais en général, les couches superficielles depuis longtemps connues n'offrent pas d'intérêt au point de vue minier. Les travaux préliminaires consisteront donc presque toujours à reconnaître si un gisement soupçonné en profondeur existe réellement et si, en raison de son cube et de sa teneur, il est susceptible d'une exploitation rémunératrice. Il s'agit donc déjà de travaux d'une certaine importance et d'une durée appréciable.

A Madagascar, au contraire, les minéraux existants, du moins ceux des 5 premières catégories, de beaucoup les plus importants au point de vue du nombre des permis demandés, n'intéressent que les terrains cristallins qui, d'ailleurs couvrent plus des 2/3 de la superficie de l'île.

Là on dispose surtout comme gîtes rémunérateurs : des alluvions déposées par les rivières dans leur propre lit actuel ou dans un ancien lit, et d'enrichissements alluvionnaires à flanc de coteau.

Ces gisements ne peuvent avoir qu'un cube limité.

Et même lorsqu'on a affaire à la roche en place, il faut se rappeler que la structure des terrainsa cristallins de Madagascar en particulier a été appelée *lenticulaire.* On trouve des poches, des zones de concentration qui peuvent être extrêmement intéressantes, surtout lorsqu'elles se trouvent dans la zone superficielle latéritique où l'exploitation en est très facile. Mais elles sont limitées, et tout d'un coup, sans que rien le fasse prévoir *à priori*, le minéral recherché se raréfie au point que l'exploitation ne peut plus être payante, ou même disparaît brusquement.

Il n'y a évidemment pas de dimensions limites fixées pour ces poches; si l'on en rencontre de très importantes, la demande de concession est toujours possible. Mais en général, il suffira de quelques années, quelquefois de quelques mois pour épuiser le gisement.

En fait, le nombre des concessions établies sous la législation antérieure est extrêmement faible (33). Il tend maintenant à s'élever très rapidement en raison des anciens permis d'exploitation d'or, et des anciens permis de graphite, qui, arrivés à la limite de leurs renouvellements, sont légalement obligés de passer à la concession (1).

Il n'en est pas moins vrai que l'activité minière de Madagascar est caractérisée par une foule de petits exploitations nécessairement de peu de durée qui n'ont aucun équivalent en France. C'est évidemment regrettable au point de vue de la régularité de l'apparence du minerai et de la teneur, mais on n'y peut rien.

Il a paru préférable à tous les points de vue de ne pas forcer ces petits exploitants à demander des concessions et c'est pourquoi on a prévu pour le permis de recherche une durée de 8 années; estimant que dans la grande majorité des cas, cette durée suffira pour épuiser le gisement. Le permis de recherche permet donc l'exploitation.

Cette durée est elle-même divisée en 3 périodes. Le permis est accordé d'abord pour 2 ans; il peut être renouvelé une première fois pour 2 années, et une deuxième fois pour 4 ans. Pendant cette dernière période, le titulaire n'est engagé que pour une année; en cas d'abandon, il n'a pas à payer les années ultérieures.

Des dispositions spéciales sont prévues pour la 8e catégorie) (hydrocarbures). Là, il ne peut s'agir que de recherches longues, exigeant un matériel important, pour lesquelles les demandeurs ont besoin d'avoir une certaine sécurité.

Ici encore, la durée du permis est de 8 ans, mais cette fois, il est considéré comme employé réellement aux recherches. Il est délivré pour 4 ans, et est susceptible de deux renouvellements successifs, chacun de 2 ans.

Pour éviter la mise en réserve de terrains pétrolifères non exploités, qui pourrait se produire au profit ou à

(1) Durée de la cession 75 ans (40 pour la 8e catégorie) avec prorogation possible pendant 25 ans).

l'instigation de firmes étrangères, les renouvellements ne sont accordés que sur la preuve que des travaux de recherches suffisants ont été exécutés ; et de plus on a prévu la déchéance des concessions en cas de non exploitation sans motifs reconnus légitimes.

3°. — *Taxes.*

Nous venons de voir que le législateur s'est préoccupé d'inciter le propriétaire minier à exploiter son gisement, à produire.

C'est là une idée directrice très nette de notre décret et nous allons la retrouver de suite.

Les taxes ont été unifiées pour les 7 premières catégories. Le permis de recherche, valable pour 2 ans, coûte 150 francs. Le 1er renouvellement, valable encore pour 2 ans en coûte 300. Enfin, le 2e renouvellement (donné pour 4 ans) est soumis à une taxe *annuelle* de 400 francs.

Pour l'or et les pierres précieuses, cela correspond à une diminution très sensible des charges antérieures. Cela tient à ce que, quoi que l'on puisse en penser, l'or et les pierres précieuses sont des exploitations *pauvres*. La production en ces dernières années était en régression, et on a espéré lui donner un regain de vitalité.

Au contraire, pour les mines communes, il y a une forte augmentation puisque la taxe, pendant longtemps, n'avait été que de 25 francs par an. On pouvait donc, antérieurement, conserver des années durant des surfaces importantes avec une faible mise de fonds, en attendant l'acheteur bénévole, tandis que maintenant, ce n'est plus guère possible. Et cependant, les taxes actuelles sont réellement insignifiantes pour des terrains exploités. On voit que la colonie ne cherche pas à toucher des taxes sur de nombreux périmètres ; mais au contraire, à avoir des exploitations réelles, qui produisent.

Pour les permis de 8e catégorie (hydrocarbures), les taxes sont encore plus fortes, 600 francs pour le permis et 800 francs pour chacun des renouvellements ; mais là encore, elles sont insignifiantes en comparaison des dépenses à engager pour la recherche du pétrole,.

Enfin, toutes les concessions sont soumises à une taxe superficiaire annuelle dont le minimum est de 500 fr.

En dehors des droits d'établissement ou de renouvellement des titres, il y a également à prévoir une taxe *ad valorem* sur les produits. Mais pour les concessions et pour les permis en cours du 2e renouvellement, elle se confond avec la taxe annuelle (celle-ci en est déduite), toujours pour inciter le propriétaire à produire.

4°. — *Forme, dimensions et repérage des permis.*

Si la carte complète de Madagascar existait à une échelle suffisante, le procédé le plus simple aurait consisté à diviser toute la surface de l'île, en pseudo-rectangles limités par des méridiens et des parallèles régulièrement échelonnés, et chacun aurait pu demander de suite le ou les compartiments qui l'intéressaient. Mais il n'en est malheureusement pas ainsi, et dans la plus grande partie de l'île, il eût été impossible de matérialiser sur le terrain les limites des exploitations concédées.

Il a donc fallu chercher autre chose. Pour cela, le service des Mines a dû se résoudre à éditer une carte spéciale, où le relief et le détail du terrain ne sont pas figurés, mais où l'on a porté tous les points géodésiques et tous les points remarquables que l'on a estimé connus avec assez de précision. C'est ce qu'on appelle les *points-pivots*, et les permis doivent obligatoirement être rattachés à un de ces points-pivots. Cette carte est à l'échelle du 1/200.000e.

Tous les permis demandés ont obligatoirement la même forme, les mêmes dimensions et le même orientement. On s'est arrêté au carré de 5 km. de côté (2.500 Ha) dont un côté est orienté au Nord vrai. (Cela fait à peu près exactement le double en surface de l'ancien permis circulaire pour or.)

Pour éviter les effets de la déformation sphérique, c'est toujours le *centre* qui est rattaché au point pivot ; et il doit l'être par coordonnées rectangulaires. Ainsi l'on dira :

Centre du carré à 880 m. à l'Est d'un point situé lui-même à 4.220 m. au Sud du point-pivot suivant :

Mont Mavokely Δ.

Cette manière d'opérer permet de prendre des permis *pratiquement* juxtaposés sans vides ni empiètements. Il suffit de faire varier les coordonnées de 5.000 m. Ainsi si l'on veut un permis exactement à l'Est du précédent, il suffira de mettre 5.880 m. au lieu de 880.

Chaque demande de permis qui arrive au Service des Mines est portée au crayon sur un exemplaire spécial de la carte pour l'étude de la demande. Dès que le permis est établi, il est passé à l'encre. Tous les permis sont donc enregistrés sur ces cartes spéciales qu'on appelle des *retombes*. Chaque retombe est spéciale à une catégorie, et il y en a donc huit différentes.

Les retombes peuvent être consultées au Service des Mines sans frais ; des calques peuvent en être délivrés moyennant un prix modique.

Dans chaque catégorie, les empiètements *sont prohibés* et chaque permis est *définitivement déduit* de ses empiètements sur des permis antérieurs. Ces déductions peuvent cependant être rendues au prochain renouvellement si les permis antérieurs sont tombés et si le terrain est resté libre.

5°. — *Circulation des produits.*

Des précautions minutieuses ont été prises pour réglementer la circulation des produits et empêcher la fraude. L'expéditeur doit remplir un laissez-passer en double expédition ; l'une est adressée immédiatement au Commissaire des Mines, et l'autre suit le minéral dans tous ses déplacements.

Les cas du transformateur qui purifie le minerai, et par suite en change le poids, du commerçant qui regroupe les lots, du bijoutier qui utilise la matière..., sont également prévus dans tous les détails.

6°. — *Marche à suivre.*

Nous donnons ci-dessous à titre de conclusion un précis de la marche à suivre qui pourra être utile aux nouveaux venus, en leur évitant quelques fausseas manœuvres et les pertes de temps qui en résultent, comme aussi en calmant leurs impatiences.

Avant tout, la première démarche à faire est de demander au Gouverneur Général l'autorisation de prospecter. Il y a à cet effet des imprimés spéciaux obligatoires délivres gratuitement par le Service des Mines. Il faut donc aller les y chercher ; si l'on fait une demande sur papier libre, on vous répond par l'envoi d'un imprimé à remplir, perte de temps.

L'imprimé une fois rempli est remis au chef de province ou de subdivision de votre résidence. L'autorité administrative fait une enquête qui peut durer un certain temps et fait suivre la demande par la voie hiérarchique.

Le Chef du Service des Mines qui la reçoit en dernier ressort la soumet à une commission spéciale, — et le Gouverneur Général suit en général, l'avis de la commission.

Mais la commission n'est pas à la disposition des demandeurs et ne peut se réunir tous les jours. Elle se réunit en moyenne à peu près une fois tous les deux mois.

Il faut donc prévoir une durée de 3 mois environ pour la formalité préliminaire de l'autorisation.

Cette disposition est nettement réglementaire; il n'y a donc qu'à s'y soumettre. Elle a été prise pendant la guerre, surtout contre les sujets des puissances ennemies; ce but subsiste encore, mais aussi il faut remarquer que la formalite de l'autorisation préalable enlève aux gens sans aveu tout prétexte pour courir la campagne.

Quant au Français moyen, même et peut-être surtout s'il est peu fortuné, qui n'a pas de casier judiciaire, il n'a aucune appréhension à avoir. Il y a seulement un retard de trois mois qu'il faut prévoir (1).

Ce n'est pas absolument du temps perdu, car on peut l'employer utilement à se renseigner.

Muni de l'autorisation, on peut prospecter et demander des permis.

Une tournée dans la brousse est toujours assez coûteuse; comme ici, il s'agit de faire de la prospection, elle sera aussi très fatigante. Aussi, un Européen ne se déplace que s'il a des raisons sérieuses, des renseignements suffisants pour qu'il estime que son déplacement ne sera pas fait en pure perte.

Ces renseignements seront-ils suffisants et assez précis pour le décider à demander de suite un ou plusieurs permis avant tout déplacement? C'est une question qu'il faut se poser.

Car la demande de permis doit être faite sur un imprimé réglementaire vendu dans le commerce, et doit être accompagnée d'un récépissé constatant le versement de la taxe. Or, le versement ne peut être fait que dans une caisse publique. Il faut donc se munir, avant le départ, de récépissés et d'imprimés de demande.

Si l'on a eu des renseignements assez alléchants pour motiver une tournée, on ne court pas grand risque à demander le permis à l'avance. En plus des frais de la tournée, on ne hasarde que 150 francs de plus, et l'on évite le risque de se voir souffler un gisement intéressant.

Ce risque n'est pas grand pour un nouveau venu. Sur son chemin, on le regarde avec un air ironique mêlé d'un peu de commisération; et l'on n'admet pas que ce « vahiny », cet étranger, puisse découvrir quoi que ce soit que les habitants du pays n'ont pas vu. Il n'en est pas de même pour un prospecteur connu. Les gens qui le voient passer se disent : « Pour qu'il vienne ici, il faut que ça en vaille la peine », et on tentera de le précéder à l'enregistrement.

Avant de faire sa demande et en tout cas avant de partir, passer au service des Mines, consulter la retombe de la catégorie et de la région intéressées et s'assurer que le terrain que l'on vise n'est pas déjà concédé. Ce n'est pas une garantie absolue, car il peut y avoir des demandes en cours non encore parvenues au Service des Mines, mais c'est une précaution indispensable. Si l'on n'est pas à Tananarive, demander un calque de la retombe (5 francs), que l'on joint à sa lettre.

Puis, ne pas oublier que la *priorité* s'acquiert par enregistrement à la subdivision ou à la province dont dépend le terrain visé. (En cas d'incertitude, la circonscription voisine acceptera également la demande.) Donc, dès qu'on est fixé, rédiger rapidement sa demande, y joindre un récépissé de 150 francs et envoyer le tout au chef-lieu de subdivision ou de province par les moyens les plus rapides.

La demande lancée, l'intéressé peut savoir facilement s'il y a eu récemment d'autres demandes intéressant le même terrain; donc, s'il aura ou non son permis. Dans l'affirmative, rien ne l'empêche de commencer à travailler à condition qu'il soit présent sur les lieux.

Bien entendu, ce travail ne sera pas de suite de l'exploitation. Le petit prospecteur a toujours tendance à exploiter trop vite. Il travaille ce qu'il voit sans se demander la forme et la position du gisement; souvent il n'en soupçonne pas la concentration principale, qui est là à quelques mètres de ses fouilles; et, qui plus est, en grattant ce qu'il voit, il fait disparaître les traces qui auraient pu mettre sur la voie.

Il faut toujours commencer par une reconnaissance sérieuse : forme et direction du gisement; sens du plongement, épaisseur de la couche et profondeur à laquelle elle se trouve, cubage et évaluation de la teneur moyenne. On ne voit pas immédiatement l'utilité de ce travail préliminaire, qui n'est pas d'un rapport immédiat, mais si le gisement reconnu en vaut la peine, on se rendra vite compte que ce travail de reconnaissance est beaucoup plus profitable que la période d'exploitation elle-même.

D'abord, seul un gisement sérieusement reconnu est immédiatement et facilement monnayable. Mais même pour exploiter soi-même, on évitera les fausses manœuvres, l'achat et l'installation d'un matériel insuffisant, ou hors de proportion avec le gisement. Presque tous les échecs sont dûs à une exploitation trop hâtive, sans reconnaissance suffisante.

La demande enregistrée à la subdivision ou à la province est transmise d'abord au Commissaire des Mines, puis au Service Central des Mines qui, tous deux, l'étudient, chacun en ce qui le concerne. Mais en général, ces transmissions ne demandent pas beaucoup de temps. Si la demande est libellée correctement, s'il s'agit d'une circonscription centrale, l'intéressé peut très bien recevoir son titre 15 jours après enregistrement de la demande.

Pour les subdivisions plus éloignées, il y aura évidemment en outre des délais de distance. D'autre part, il y aura des retards inévitables si le terrain demandé est à la limite de deux circonscriptions, et encore plus s'il est à la limite de deux commissariats des Mines. Mais les plus grands retards proviennent toujours des intéressés eux-mêmes, ignorance ou inexécution des prescriptions réglementaires. On pourra aussi avoir la malchance d'être en compétition avec une demande mal établie, dont l'étude retardera celle de la vôtre.

Enfin, quand on voudra passer à l'exploitation, se munir des registres réglementaires dans le commerce et les envoyer au visa du Commissaire des Mines avec une demande d'autorisation de disposer du produit des recherches. En vue de permettre à tout moment le contrôle, la demande devra indiquer d'une façon très précise le lieu où les registres seront tenus.

Joindre aussi le titre de permis à la demande, pour inscription de l'autorisation accordée.

Conclusion.

Activité minière.

Au 1er janvier 1930, il existait 4.993 permis de recherche et 95 concessions ainsi répartis :

(1) La Commission exige, en général, 25 ans révolus et la possession d'un capital de 25.000 francs, pour les frais de prospection et de recherche.

Etat des périmètres miniers existant à la date du 31 décembre 1929, par catégorie.

Catégories	Nombre de : Permis de recherche	Concessions
1re catégorie	1.627	52
2e —	1.773	2
3e —	1.356	32
4e —	19	2
5e —	76	6
6e —	11	1
7e —	100	—
8e —	31	—
	4.993	95

Pendant l'année 1929, les exportations des produits miniers se sont élevées à 45.484.000 francs.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 8 décembre 1930.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Pfeiffer.* — **La généralisation de la méthode de Jacob-Mayer.**

— *G. Giraud.* — **Extension des résultats concernant certains problèmes de données à la frontière.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *J. A. Lappo-Danilevsky* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions mésomorphes de matrices.**

— *Ridder* (prés. par M. Emile Borel). — **Quelques théorèmes sur les fonctions primitives.**

MÉCANIQUE. — *E. Gugino.* — **Sur la détermination des forces de réaction dans le mouvement d'un système matériel.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *J. P. Rothé* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Interprétation géologique de mesures magnétiques dans le bassin de Paris.**

L'auteur montre comment un anticlinal parfaitement défini au point de vue géologique se traduit au point de vue magnétique. Son étude a porté d'une part sur l'anticlinal du pays de Bray et, d'autre part, sur l'anomalie magnétique du bassin de Paris, anomalie découverte et étudiée par Moureaux. La comparaison des résultats obtenus dans ces deux catégories de recherches, mettant en évidence l'absence de relations entre l'anomalie et les plis de couverture du bassin de Paris. Pour attribuer à l'anomalie parisienne une cause plus profonde, on est amené à envisager les dislocations accompagnant la ligne de rebroussement des plus hercyniens dont la direction, dans le bassin de Paris, est sensiblement la même.

OPTIQUE. — *M. Vacher* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur les modifications apportées à la structure fine d'une raie spectrale par la diffusion moléculaire. Etude en fonction de l'angle de diffusion.**

L'auteur a observé que la raie croît avec l'angle de diffusion et que le bord du côté des ondes courtes n'est sensiblement pas remanié par diffusion moléculaire. Enfin, le centre de gravité de la race est déplacé vers le rouge. Il semble que la raie diffusée se compose en réalité d'au moins deux raies : l'une A non déplacée; l'autre B déplacée vers le rouge et trop large pour être séparée de la première par l'analyse interférentielle.

Le phénomène étudié est différent de l'effet Raman, puisque la longueur d'onde varie avec l'angle de diffusion. Bien que se rapprochant de l'effet Compton ou d'un effet Doppler-Fizeau, il doit être considéré, au point de vue théorique, comme un phénomène nouveau.

— *J. Cabannes* (prés. par M. Ch. Fabry). **Sur la structure d'une raie spectrale après diffusion moléculaire.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *Ch. Dufraisse* et *R. Horclois* (prés. par M. Delépine). — **Sur la catalyse d'autoxydation : actions antioxygènes et prooxygènes du fer et de ses composés.**

L'activité catalytique du fer est variable en intensité et en signe, suivant la forme chimique qu'il revêt dans le catalyseur, et suivant la nature des matières autoxydables auxquelles on l'oppose. Les résultats obtenus par les auteurs font ressortir l'influence parfois déterminante qu'exerce la partie non ferrugineuse de la molécule du catalyseur, quel que soit par ailleurs, le degré d'oxydation de l'atome métallique ou son état plus ou moins dissimulé.

Relativement aux actions anti-oxygènes, des graphiques montrent que des effets retardateurs se retrouvent chez les dérivés du fer les plus variés.

En résumé, le fer ne se singularise pas parmi les autres éléments étudiés jusqu'ici; il est capable, lui aussi, de fonctionner comme anti-oxygène, et, la notion de la « parenté des catalyses inverses » s'applique aux catalyseurs ferrugineux comme aux autres, avec toutes ses conséquences théoriques et pratiques.

— *A. Courty* (prés. par M. Léon Guillet). — **Etude de la coulée des alliages légers d'aluminium. Influence de la composition chimique.**

L'auteur étudie l'influence de la composition et de la constitution sur la coulabilité aluminium-silicium, et aluminium-zinc; il y a lieu de tenir compte, également, de la densité. Pour les alliages légers d'aluminium étudiés, près du métal pur, dans le domaine de solution solide, la coulabilité diminue avec la teneur de métal en solution; dans les alliages aluminium-silicium, les alliages hypersilicés ont une coulabilté supérieure à l'eutectique; dans les alliages aluminium-cuivre, l'alliage à 6 o/o de cuivre a la même coulabilité que l'aluminium pur et l'alliage à 12 o/o dépasse de 20 o/o à la coulabilité de l'aluminium pur; dans la large zone de solution solide du diagramme aluminium-zinc, la coulabilité est diminuée.

CHIMIE MINÉRALE. — *P. Villard.* — **Sur le titrage de l'acide phosphorique.**

L'auteur a repris l'étude du titrage de l'acide phosphorique suivant la méthode du virage de la phtaléine en présence de soude ou de baryte introduit dans une solution phosphorique. Il montre que, pour obtenir un virage très net, il faut se placer dans les conditions réalisées par Joly.

— *L. Lemaître, G. Boinot, E. Kahane* et *Mme Kahane* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur les phospho- et silicotungstates de quelques bases quaternaires. Applications analytiques.**

L'étude a porté sur les phospho- et silicotungstates de choline, d'acétylcholine, d'α-méthylacétylcholine, de bromocholine, d'éthyléther de la bétaïne et de l'hydrate de triméthylallylammonium. Les auteurs ont constaté que la composition de ces corps reste constante quelles que soient les conditions de la précipitation.

La précipitation des phospho- et silicotungstates des

bases quaternaires a été utilisée pour diverses recherches analytiques.

— *E. Carrière* et *Juillard* (prés. par M. C. Matignon). — **Action de l'hyposulfite de sodium sur l'iodate de potassium en milieu faiblement acide.**

Une solution d'hyposulfite de sodium étant versée dans une solution d'iodate de potassium préalablement additionnée d'acide chlorhydrique, de manière à présenter une acidité de l'ordre de $\frac{\text{HCl mol./gr.}}{10 \quad \text{litre}}$, on observe la production d'iode. L'introduction d'hyposulfite de sodium est prolongée jusqu'à la disparition exacte de l'iode. Ce phénomène peut être interprété par les deux réactions suivantes :

$$IO^3H + 6\ S^2O^3Na^2 + 2\ H^2O = 5\ NaOH + NaI + 3\ S^4O^6Na^2.$$

$$4\ IO^3H + 3\ S^2O^3Na^2 = 3\ H^2O\ 4\ HI + 6\ SO^4NaH.$$

Cette Note porte sur le contrôle de l'exactitude de ces réactions.

CHIMIE ORGANIQUE. — *G. Lande* (prés. par M. G. Bertrand). — **Synthèse de l'acide cyanique et de l'urée, par oxydation ammoniacate du carbone.**

L'auteur a préparé du charbon de camphre et du charbon d'acétylène. Partant de ces deux charbons, il a pu réaliser la synthèse de l'acide cyanique; celui-ci additionné de NH^4Cl a été transformé en urée.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Conrad Kilian.* — **Un élément de décision pour la controverse relative à la mer saharienne plio-pléistocène.**

Les végétaux d'Hassi Madjeira (pour les qualifier par leur premier gisement découvert) ressemblent beaucoup à des algues du groupe des *Udotea*. Ces végétaux du Terrain des Gours ou la Carapace Hamadienne (?) de l'est de l'Oued Mya sont les premiers témoins de paléo-biologie révélés dans ces formations jusqu'alors dépourvues de restes fossiles; ils permettent d'envisager l'hypothèse de pénétrations marines plio-pléistocènes au Sahara avec plus d'attention.

— *M. Thoral* (prés. par M. L. Cayeux). — **Nouvelles observations sur l'âge des calcaires des Monts de Lacaune.**

L'âge de ces calcaires est à établir zone par zone; s'il en est d'acadiennes, celles de Boissezon et de Murat, par exemple, d'autres peuvent être plus jeunes : celle de Murasson est gothlandienne.

— *E. Bruet* (prés. par M. L. Cayeux). — **Observations sur l'altération continentale de certains sédiments.**

L' « altération pâteuse » est un phénomène très général en pays calcaire et l'auteur l'a observé notamment en Tunisie. Dans la bordure jurassique du Bassin de Paris, cette altération contribue pour beaucoup à la formation du limon des plateaux.

Dans certains gisements tunisiens (zinc et plomb), on peut déceler à l'aide des phénomènes d'altération en pays calcaire une phase *per descensum* qui a suivi la mise en place du minerai et qui a donné lieu à des oxydations et à des concentrations.

OCÉANOGRAPHIE. — *J. Thoulet.* — **Le cycle de l'eau ; les colonnes liquides et les cônes de giration**

Le volcanisme sous-marin abyssal dont les graphiques densimétriques ont laissé constater l'abondante distribution sur le fond de l'Océan, l'existence reconnue des colonnes liquides montantes et descendantes et celle des cônes de giration obtenues à l'aide de ces mêmes graphiques permettent, comme le montre l'auteur dans cette Note, de s'expliquer l'économie générale du cycle de l'eau dans la nature et certains détails de la circulation océanique profonde.

BOTANIQUE. — *Pierre Chouard* (prés. par M. L. Blaringhem). — **Régénération de bulbilles sur les feuilles vertes de certaines Liliacées.**

La technique consiste à détacher les feuilles ou à les couper transversalement en deux ou trois morceaux, puis à les conserver vivantes. A la température du laboratoire et à la lumière d'une fenêtre au printemps, les bulbilles commencent, chez l'*Endymion nutans* Dum., à se développer au bout de 2 à 3 semaines. La régénération est polarisée : elle apparaît toujours du côté le plus basal de la feuille ou du fragment, le plus à l'aval possible, juste en amont de la section. La régénération ne se produit jamais qu'en des points où l'épiderme est intact.

D'autres espèces régénèrent des bulbilles sur leurs feuilles vertes avec la plus extrême facilité, tandis qu'il en est chez lesquelles la régénération n'a pas lieu.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Charles Pontillon* (prés. par M. Molliard). — **Variations des acides gras du *Sterigmatocystis nigra* en fonction de la composition minérale du liquide de culture.**

Les cultures ont été faites sur les liquides suivants : 1° liquide de Molliard au nitrate d'ammoniaque, appelé par la suite milieu normal; 2° liquide à tendance acide dans lequel la source d'azote est le chlorure d'ammonium; 3° liquide à tendance alcaline; 4° liquide maintenu neutre.

En milieu à tendance acide, la quantité d'acides gras formée est inférieure à celle qui prend naissance en milieu normal. En milieu à tendance alcaline, la quantité maxima d'acides gras formée est comparable à celle du milieu normal, mais la formation est plus lente.

En milieu à tendance acide, les points de fusion des acides gras totaux sont légèrement plus élevés qu'en moyenne dans les autres milieux, le point de fusion le plus bas s'observe au moment de la sporulation.

L'indice d'iode moyen des acides gras totaux varie d'une façon notable d'un milieu à un autre.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel et C. Charaux* (prés. par M. L. Mangin). **Sur la préparation et les propriétés du franguloside (franguline) de l'écorce de Bourdaine du commerce.**

Les auteurs exposent, dans cette Note, le procédé qui leur a permis d'extraire 25 gr. de franguloside par kilogramme d'écorce. Le franguloside est lévogyre : $\alpha_D = 134°,40$. Son point de fusion est de $+246°$. Il est réducteur.

— *R. Fosse, A. Brunel, P. de Graeve, P. E. Thomas* et *J. Sarazin* (prés. par M. E. Roux). — **Présence dans de nombreux végétaux alimentaires de l'allantoïne, accompagnée ou non, d'acide allantoïque, d'allantoïnase et d'uricase.**

L'allantoïne est fort répandue dans le règne végétal. L'allantoïnase, qui souvent l'accompagne, la transforme *in vitro* et *in vivo* en acide allantoïque. Le *Soja hispida* contient de l'allantoïne, de l'allantoïnase et de l'uricase. Il en est de même du Pois chiche. Dans le Chou-fleur, les auteurs signalent la présence d'allantoïne, d'acide

allantoïque et d'allantoïnase. Il y a formation d'acide allantoïque par fermentation spontanée du suc.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *W. Kopaczewski* (prés. par M. d'Arsonval). — **Affaiblissement du pouvoir-tampon capillaire du sérum cancéreux.**

L'auteur a étudié le pouvoir-tampon du sérum des cancéreux (cancers non opérés de la langue, du sein et de la face, à la période précachectique). Le pouvoir-tampon du sérum vis-à-vis des ions d'hydrogène ne semble pas altéré; le pouvoir-tampon capillaire est nettement abaissé.

— *A. Bakke, Mlle V. Aschehoug* et *Chr. Zbinden* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Un nouveau facteur de la nutrition.**

Avec les germes de blé, le poil noir des rats devient gris argenté et ce phénomène est accompagné de troubles profonds, semblables à la xérophtaline, quoique les sujets ne soient pas carencés en vitamines A. Par l'adjonction du blé entier, l'état normal est rétabli. Il s'agit donc d'un phénomène fondamental et général.

BIOLOGIE. — *Ph. Joyet-Lavergne* (prés. par M. L. Mangin). — **La notion de sexualisation somatique.**

Les diverses manifestations de la sexualité, aussi bien celles du soma que celles du germen, sont sous la dépendance des qualités physico-chimiques de l'organisme. Les qualités biochimiques et les caractères sexuels secondaires ne peuvent être rangés dans la même catégorie. Les qualités physico-chimiques qui expriment la sexualisation sont des qualités primitives et déterminantes; les caractères sexuels secondaires constituent seulement la réponse de l'organisme, dans le plan morphologique, à la sexualisation de ses tissus.

PARASITOLOGIE. — *Georges Blanc* et *J. Caminopetro* (prés par M. E. Roux). — **La transmission du Kala-Azar méditerranéen par une tique : *Rhipicephalus sanguineus*.**

Les larves et les nymphes de *R. sanguineus* s'infectent en se gorgeant sur des animaux atteints de Kala-Azar naturel ou expérimental. Les larves et les nymphes infectées restent infectées même après la mue qui transforme celles-ci en adultes et celles-là en nymphes.

Cette adaptation des Leishmanias au Rhipicéphale montre que cette tique est l'hôte intermédiaire du flagellé et, par conséquent, doit être l'agent de transmission du Kala-Azar méditerranéen.

THÉRAPEUTIQUE. — *Joseph Thomas* (prés. par M. Charles Richet). — **Des injections d'autolysats cancéreux dans le traitement des cancers.**

L'auteur a signalé antérieurement les résultats favorables qu'il a obtenus dans le traitement des tumeurs cancéreuses par des injections d'autolysats cancéreux. Il apporte dans cette Note quelques-uns des cas les plus intéressants, en prenant un cas-type par organe (estomac, face, langue, sein, ovaire, utérus).

La thérapeutique qu'il propose n'a nullement pour but de remplacer l'acte chirurgical. Il reste bien entendu que tout cancéreux opérable doit être opéré, mais qu'il ne doit pas être considéré à l'abri désormais de toute récidive. Si la tumeur, qui n'est qu'un effet, est enlevée, il reste toujours le terrain.

Dans les cas inopérables, le traitement doit être tenté.

PHYSICO-CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *F. Vlès* et *A. de Coulon* (transm. par M. d'Arsonval). — **Recherches relatives à l'action de certains amino-acides sur les points isoélectriques du sérum humain.**

Sous l'action des substances introduites dans l'organisme d'un certain nombre de cancéreux (acides aminés correspondant au type n° III B utilisé chez la Souris, alanine-proline-cystine), les points isoélectriques des sérums subissent en général une baisse notable pouvant persister près d'un mois et demi après l'intervention. Dans des cas extrêmes où les points isoélectriques étaient initialement sortis de l'échelle usuelle au-delà de *p*H 10, pronostic grave, on les y a pu rentrer dans l'espace de quelques jours; les « globulines » invisibles dans ces cas, ont reparu dans les flocons.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Prix et subventions attribués en 1930 :

Mathématiques.

Prix Poncelet : M. A. Denjoy. — *Prix Francœur :* M. E. Fabry.

Mécanique.

Prix Montyon : M. P. Le Rolland. — *Prix Henri de Parville :* M. E. Duchêne.

Astronomie.

Prix Lalande : M. N. Stoyko. — *Prix Benjamin Valz :* M. G. Rougier. — *Médaille Janssen :* M. B. Lyot. — *Prix Pierre Guzman :* A. Véronnet. — *Prix La Caille :* Mme E. Chandon.

Géographie.

Prix Delalande-Guérineau : M. F. Guérineau. — *Prix Gay :* M. A. Guillaumin. — *Fondation Tchihatchef :* J. Bathelier. — *Prix Binoux :* G. Poivilliers.

Navigation.

Prix de la Marine : MM. R. Bureau et Ph. Wehrlé — *Prix Plumey :* M. P. Regnauld.

Physique.

Prix La Caze : M. H. Abraham. — *Prix Hébert :* M. R. Langlois. — *Prix Hughes :* M. A. Dauvillier. — *Fondation Clément Félix :* M. J. Lecomte.

Chimie.

Prix Montyon des Arts Insalubres : M. R. Douris. — *Prix Jecker :* M. J. Bougault. — *Prix La Caze :* M. G. Dénigès. — *Fondation Cahours :* M. L. Andrieux. — *Prix Houzeau :* M. P. Mondain-Monval.

Minéralogie et Géologie.

Prix Cuvier : M. M. Gignoux. — *Prix Joseph Labbé :* M. J. Jung.

Physique du Globe.

Prix Victor Raulin : M. A. Baldit.

Botanique.

Prix Desmazières : M. F. Bataille. — *Prix Montagne :* M. P. Allorge. — *Prix de Coincy.* — Mlle A. Camus.

Anatomie et Zoologie.

Prix de Gama Machado : M. M. Avel. — *Fondation Savigny :* M. L. Parrot. — *Prix Jean Thore :* M. H. Bertrand.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

Prix Montyon : Prix à MM. M. Aynaud, H. Lagrange, L. Viborel; mention honorable à M. P. Blum, E. Schaaf, N. Fiessinger, H. R. Olivier, M. Herbain, H. Fischer. Citation à MM. Ch. Maylr, G. Rappin. — *Prix Barbier :* M. L. Lévy. — *Prix Bréant :* MM. J. Dumas, S. Nicolau, J. A. Gallowy, Mme O. Dimancesco-Nicolau. — *Prix Godard :* MM. J. Janet, P. Gley. — *Prix Mége :* M. H. Vignes. — *Prix Dusgate :* M. H. de Varigny. — *Prix Bellion :* M. J. Bordes. — *Prix du Baron Larrey :* MM. J. Maisonnet, D. Petit-Dutailly, Th. Alajouanine. — *Prix Alfred Dutens :* MM. H. Bordier, G. Bourguignon.

PHYSIOLOGIE.

Prix Montyon : M. C. Porcher. — *Prix La Caze :* M. M. Doyon. — *Prix Pourat :* M .H. Delauney.. — *Prix Martin-Damourette :* M. J. Regnier. — *Prix Philippeaux :* M. J. Millot.

STATISTIQUE.

Prix Montyon : M. R. Roy.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

Prix Binoux : MM. P. Binet, M. Niels Nielsen.

OUVRAGES DE SCIENCES.

Prix Henri de Parville : M. R. Combes. — *Prix Jean-bernat-Doria :* M. A. Volkringer.

MÉDAILLES.

Médaille Berthelot : MM. R. Douris, J. Bougeault, G. Denigès et P. Mondain-Monval.

Prix Généraux.

Grand Prix des Sciences mathématiques : M. G. Valiron. — *Prix Bordin :* M. L. Dangeard. — *Prix Lallemand :* M. M. R. May.

Prix Vaillant : M. R. Perret. — *Prix Le Conte :* M. E. Cartan. — *Prix Houllevigue :* M. G. Giraud. — *Prix Saintour :* M. E. Ivanow. — *Prix Jules Mahyer :* M. C. Dawydoff. — *Prix Henry Wilde :* M. M. Leriche, M. F. Zambonini. — *Prix Caméré :* M. D. Wolkowitsch. —*Prix Gustave Roux :* M. M. André. — *Prix Thorlet :* M. A. Richard. — *Prix Albert Ier de Monaco :* M. L. Cuénot.

FONDATIONS SPÉCIALES.

Fondation Lannelongue : Mmes Cusco et Rück. — *Prix Hélène Helbronner-Fould :* Mme Vve Yves Delage.

PRIX DES GRANDES ECOLES.

Prix Laplace : M. H. Feltz. — *Prix Rivot :* M. H. Feltz, M. P. J. Couture, M. E. Bideau, M. C. H. Foin.

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

Fondation Gegner : M. D. Bois. — *Fondation Jérôme Ponti :* M. R. Forrer. *Fondation Hirn :* M. M. Kraïtchik. — *Fondation Henri Becquerel :* M. J. Thibaud. — *Fondation Loutreuil :* MM. L. Dunoyer, R. Ricard, M. Fontaine, F. Maignon, G. Petit, J. Verge, Ch. Alluaud, N. Casteret, A. Méquignon, E. Damour, J. G. Lafon, E. de Margerie.

Laboratoire de viticulture de l'Institut national agronomique d'Arcachon; Muséum national d'Histoire naturelle, Ecole nationale vétérinaire de Lyon; Ecole nationale vétérinaire de Toulouse; Faune des colonies françaises; Fédération française des Sociétés des Sciences naturelles; Inventaire des périodiques scientifiques dans les bibliothèques de Paris; Muséum des Sciences naturelles de Lyon.

Fondation Victor Noury : MM. A. Boutaric, H. Baulig; feu F. de Zeltner, P. Lamarre, R. Hovasser. — *Fonds Charles Bouchard :* M. L. Binet. — *Fondation Henry Le Chatelier :* M. M. Ballay. — *Fondation Pierre Lafite :* M. R. Jouaust. — *Fondation Roy-Vaucouloux :* M. J. Magrou.

— M. Brachet, Correspondant dans la Section de Zoologie, vient de mourir. Né à Liège, le 1er janvier 1869, M. Brachet, Professeur d'Anatomie et de Zoologie à l'Université de Bruxelles, avait été élu Correspondant le 27 mai 1918.

Société Météorologique de France. — Le Bureau de la Société, pour 1931, est ainsi composé : Président : M. Maurain; Vices-Présidents : MM. le général Ferrié et C. Dauzère; Secrétaire général : M. le général Delcambre; Secrétaire : M. B. Pérès; Vice-Secrétaire : Mlle L. Tétart.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à MM. Pauthenier, maître de Conférences de physique, Beghin et Foch, maîtres de conférences de mécanique des fluides.

Collège de France. — Sont créés : 1° un emploi de chargé de cours de Chimie physique appliquée à l'Hydrologie et à la Climatologie; 2° un emploi d'assistant audit cours. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1931. In-16 de VIII-693 pages, avec 5 cartes célestes en couleurs, une carte magnétique de la France. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 12 francs.

L'Annuaire des Longitudes pour 1931 est, comme ses devanciers, précieux par le nombre de documents qu'il contient.

Divisé en cinq Chapitres principaux (Calendrier, Terre, Astronomie, Poids et Mesures, Monnaies, Statistiques géographiques et démographiques. Tables de survie, d'intérêt et d'amortissement), *l'Annuaire* étudie les divers calendriers, fait connaître la position relative des astres, indique les poids et mesures légaux français et étrangers, le tonnage des navires, les unités monétaires, la densité des minéraux et des pierres précieuses, l'optique, l'acoustique, l'analyse des alliages industriels et des engrais, la composition moyenne des vins, bières, cidres, etc.

L'Annuaire 1931 publie en outre les Notices scientifiques suivantes :

Le Bureau des Longitudes, son Histoire et ses Travaux, depuis l'origine (1795) (*suite*), par M. G. BIGOURDAN.

L'Electricité atmosphérique, par M. Ch. MAURAIN.

Sur l'emploi des altimètres, par M. M. HAMY.

Cette petite Encyclopédie, imprimée avec soin par Gauthier-Villars et Cie, aura sa place indiquée dans toutes les bibliothèques. S. R.

Eléments de trigonométrie sphérique, par G. PAPELIER. In-8° de 165 pages. Vuibert, éditeur. Paris. — Prix : 20 francs.

Après des généralités sur le triangle sphérique (principe de dualité, excès sphérique, etc.), après démonstration des relations entre les éléments d'un triangle sphérique, et après examen des cas particuliers (triangles iso-

cèles, équilatéraux), l'auteur étudie la résolution des triangles sphériques rectangles, puis quelconques. Viennent ensuite des compléments variés sur les cercles circonscrit, inscrit, exinscrits, sur les médianes, bissectrices et hauteurs, sur l'excès sphérique, avec applications diverses à la géométrie de la sphère et du tétraèdre, ainsi qu'aux polyèdres réguliers.

Cet exposé substantiel sera pour tous d'autant plus précieux, qu'il peut être considéré comme initiant dans le cas particulier de la sphère, à la géométrie (non euclidienne), sur une surface courbe.

G. Bouligand.

Leçons sur la Théorie des Tourbillons, par Henri Villat, professeur à la Sorbonne, correspondant de l'Institut. (1re *vol. de la collection de l'Inst. de Méc. des Fl*). I-8°, de 300 pages. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 60 francs.

Ce livre expose, à côté des résultats bien classiques de la théorie des tourbillons, tout un ensemble de questions nouvelles, produisant une profonde impression, lorsqu'on se reporte à des ouvrages plus anciens. On y juge de la puissance des théories modernes sur les équations intégrales ou intégro-différentielles par la solution complète, apportée par l'Auteur, au problème : déterminer, pour un liquide (même limité) les vitesses en fonction des tourbillons et par le magistral exposé donné des travaux récents de Lichtenstein sur la déformation du volume tourbillonnaire. On y mesure aussi l'importance des répercussions exercées par les découvertes expérimentales de M. Henri Bénard (tourbillons alternés), sur l'ensemble de la théorie. L'Auteur y rattache toute une théorie de la résistance aérodynamique, que ses propres efforts ont beaucoup contribué à faire progresser.

G. Bouligand.

Enciclopedia della matematiche elementari, publiée par Berzolari, Vivanti et Gigli. Vol. I, 1re partie (Logique, Arithmétique et Théorie des nombres, Progressions, Logarithmes, Calcul mécanique). In-8°, de 450 p.. Hœpli, éditeur, Milan, 1930. — Prix : 68 lires.

Cet ouvrage inaugure une collection des plus importantes, pour laquelle trois grands volumes sont actuellement prévus. Le premier, dont nous présentons la partie n° 1, se rapporte à l'Arithmétique, à l'Algèbre et à l'Analyse. Le second traitera de la Géométrie et le troisième, des mathématiques appliquées.

Je signale tout particulièrement le bel article du Professeur Padoa sur la logique, il correspondait réellement à un besoin, étant donné le trop petit nombre des exposés de ce genre, étant donné aussi les discussions passionnées qui se sont récemment élevées autour du principe du tiers exclu. J'attire également l'attention sur les développements consacrés par le Professeur Gigli dans l'arithmétique générale, aux systèmes des nombres, ainsi qu'aux nombres algébriques ou transcendants ; enfin, sur l'excellent résumé dû au Professeur Cipolla, des résultats acquis en théorie des nombres, notamment en ce qui concerne l'analyse indéterminée de degré supérieur.

La rédaction est présentée d'une manière agréable, qui la rend facilement accessible. Les volumes suivants seront impatiemment attendus : car leur ensemble s'annonce comme un répertoire indispensable pour la recherche mathématique.

G. Bouligand.

Installations de chauffage central, par Fonville, Ingénieur des Arts et Manufactures. In-8°, de 598 pages avec 163 figures et 14 tables. Eyrolles, éditeur, Paris. — Prix: 80 francs.

Ce livre expose les méthodes de calcul permettant de déterminer les éléments d'une installation. Après avoir rappelé les lois de l'écoulement des fluides dans les tuyaux il en développe les applications concernant l'eau chaude, la vapeur à haute et basse pression, l'air chaud, en donnant chaque fois des tables complètes pour les valeurs des diamètres en fonction du débit et des résistances locales. L'Auteur passe ensuite aux questions concernant la transmission de la chaleur. L'ouvrage se termine par un chapitre consacré aux projets et à leur exécution et par des tables numériques.

G. Bouligand.

Les pompes centrifuges, par C. Pfleiderer. Traduit et annoté par L. Bergeron, professeur à l'Ecole Centrale. In-8° de 508 pages, Dunod, éditeur, Paris.

Cet ouvrage, traduit de l'allemand, résume tous les ouvrages qui, depuis trente ans, ont jeté quelque clarté sur les pompes centrifuges. Il écarte les théories erronées, il approfondit par contre celles qui sont sanctionnées par l'expérience. C'est pourquoi une traduction s'imposait. Elle a été enrichie par d'important compléments et notes personnelles du traducteur.

G. Bouligand.

Les effluvistes à la barre. Le fluide vital et le bioscope aux prises avec la physique. Comment on dénature la vérité, par G. Mondeil. In-8° de 350 pages avec 32 figures. En vente chez Berger-Levrault, Paris, 1929.

Il s'agit d'un appareil fort simple avec lequel un certain docteur B. avait prétendu déceler le fluide vital et mesurer ses propriétés. L'auteur n'a pas de mal à démontrer les insuffisances de l'instrument et les erreurs de son inventeur. Mais était-ce une raison suffisante pour nous entretenir de la métapsychique, de la suggestion, des guérisseurs, de l'âme, des localisations cérébrales, du sixième sens et des enterrés vivants ? R. T.

Les machines, propriétés générales, par M. Léon Lecornu, président de l'Académie des Sciences. In-8° de 232 pages avec 91 figures. J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris. — Prix : 40 francs.

L'éminent président de l'Académie des Sciences a personnellement rédigé un volume extrêmement intéressant comme introduction à l'Encyclopédie de mécanique appliquée qu'il dirige.

Toute machine qui produit du travail aux dépens d'une énergie quelconque, obéit à certaines lois générales que l'auteur met en lumière. La notion d'énergie et ses propriétés étant exposées, il recherche les procédés permettant d'obtenir de la machine une régularité voulue; il indique les moyens de calculer les efforts intérieurs qui se manifestent pendant la marche et qu'il faut prévoir avant la construction; il montre comment éviter ou, du moins, atténuer les chocs et les trépidations. Le dernier chapitre est consacré à l'intéressante question de la similitude mécanique.

Tous les constructeurs et les inventeurs devraient se pénétrer des principes scientifiques rigoureusement exposés par M. Léon Lecornu.

Ed. M.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 3 — 69e ANNÉE — 14 FEVRIER 1931

L'ÉLECTROMAGNÉTISME ET LES PRINCIPES DE LA MÉCANIQUE

par A. SCHIDLOF
Professeur à l'Université de Genève

Cette leçon d'introduction (*) a pour objet de mettre en évidence les principes fondamentaux sur lesquels repose la physique théorique, et les méthodes grâce auxquelles celle-ci progresse en se maintenant constamment en contact avec les recherches expérimentales. Les questions qui se rattachent à la théorie de l'électromagnétisme se prêtent tout particulièrement à cette discussion à cause des considérations historiques et épistémologiques auxquelles elles donnent lieu. Pour voir dans les principes qui se trouvent à la base de la physique autre chose qu'une création artificielle de notre intelligence il est utile de se rendre compte de quelle manière on les a obtenus par l'extension et par la pénétration en profondeur des études expérimentales et théoriques.

I. Calquée sur le modèle de la mécanique rationnelle, la physique théorique procède par voie déductive. La mécanique tout entière s'obtient en partant de certains « principes » dont l'énumération serait fastidieuse. Parmi ces principes, les trois premiers « axiomes » de Newton ont une importance particulière. Ce sont, pour les rappeler ici : le principe de l'inertie, la définition de la force, et l'axiome de l'action et de la réaction.

(*) Leçon d'ouverture du cours de physique mathématique donnée à l'Université de Genève, le 3 novembre 1930.

Pour la physique, un principe de la mécanique, qui est bien moins général que les trois axiomes de Newton, a gagné une importance prédominante : le principe de conservation de l'énergie, qui énonce la constance de la somme des énergies cinétique et potentielle. Il est valide, en mécanique, uniquement dans certains cas particuliers. Toutefois, les problèmes auxquels il s'applique sont précisément parmi les plus intéressants et les plus importants, ainsi, par exemple, la plupart des problèmes de la mécanique céleste.

En physique, on a étendu la définition de l'énergie de telle façon que le principe de conservation de l'énergie présente une signification tout à fait générale. A ce principe fondamental, on a cherché à adjoindre, au cours du 19e siècle, quelques autres lois générales permettant de prévoir, par le raisonnement pur, tous les phénomènes observables. Cette étude des bases théoriques de la physique a abouti à la constatation que la physique tout entière repose d'une part sur les principes de la mécanique, d'autre part sur les lois de l'électromagnétisme qui complètent celles de la mécanique tout en occupant, dans une large mesure, une position indépendante.

Le besoin d'unité et de simplification nous fait désirer la disparition d'un pareil dualisme. On ne peut pas, cependant, dans l'état actuel de la physique, renoncer à maintenir cette dis-

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

tinction si on veut éviter des hypothèses plus ou moins arbitraires (*). En effet, les recherches théoriques qui avaient pour but de rattacher l'étude de l'électromagnétisme à la mécanique ont conduit à la conclusion que la mécanique perd dans le cas de l'électromagnétisme sa qualité de guide infaillible qui s'était manifestée avec tant d'éclat dans d'autres parties de la physique. La théorie de l'électromagnétisme se rattache bien à la mécanique par l'intermédiaire du principe de conservation de l'énergie mais, malgré ce lien, l'application des principes de la mécanique n'a pas apporté beaucoup de clarté dans l'étude des phénomènes électromagnétiques.

Cette insuffisance de la mécanique n'a pas éclaté dès le début des recherches théoriques. On s'est basé d'abord uniquement sur les conceptions mécaniques en vigueur qui suggéraient la notion de « forces » de nature particulière s'exerçant, conformément à l'axiome newtonien de l'action et de la réaction, entre des corps électrisés, aimantés ou traversés par des courants électriques. Cette manière de voir date de la fin du 18e siècle et a eu pour point de départ les célèbres expériences de Coulomb. Il était possible d'élaborer ainsi, sans grandes difficultés, la théorie des effets statiques, en d'autres termes, des actions qui s'exercent entre des corps électrisés immobiles ou entre des aimants. Toutefois, Faraday, dans la première moitié du 19e siècle déjà, a insisté fortement sur le rôle que joue le milieu interposé dans les phénomènes électrostatiques ou magnétiques. Quoiqu'en vérité l'intervention du milieu dans les effets statiques n'est aucunement en contradiction avec la théorie newtonienne de l'action à distance, elle a cependant eu pour conséquence de suggérer une interprétation différente qui, dans la suite, s'est montrée plus féconde. On s'est décidé, en effet, à suivre une voie entièrement nouvelle lorsque l'impossibilité de baser la théorie de l'électromagnétisme sur la notion de l'action à distance devint évidente.

La conception de l'action à distance avait conduit univoquement à la théorie de la gravitation universelle, de l'électrostatique, de la magnétostatique, mais lorsqu'on entreprit l'étude des effets dynamiques produits par les courants électriques, on se vit immédiatement entouré de grandes incertitudes. Ainsi, par exemple, en ce qui concerne la force agissant entre les portions infinitésimales de conducteurs parcourus par des courants, Ampère avait déduit de ces expériences une loi élémentaire basée sur les axiomes de Newton, mais Grassmann opposa à la loi d'Ampère une tout autre expression mathématique, également conforme aux principes de la mécanique et conduisant aux mêmes conséquences observables (*) (1).

La découverte due à Faraday des phénomènes d'induction compliqua davantage encore les considérations théoriques. Il fallait, désormais, dans l'étude des courants variables, faire intervenir la vitesse vraisemblablement finie, avec laquelle se propagent les actions électromagnétiques. Les travaux théoriques profonds, faits, à cette époque, par Wilh. Weber, Gauss, Riemann, Clausius et beaucoup d'autres physiciens et mathématiciens, tous basés sur les principes de la mécanique, ont actuellement un intérêt purement historique. Ces recherches n'apportèrent aucun éclaircissement sur la vitesse de propagation. Peu à peu, on abandonna la poursuite d'une théorie de l'électricité basée uniquement sur la mécanique, et on accepta, non sans répugnance, la conception de Faraday attribuant au milieu ambiant le rôle d'agent électromagnétique.

Cette idée a été placée par Maxwell à la base de la théorie qui porte son nom. Les fameuses équations qui permettent l'établissement de toutes les lois de l'électromagnétisme pour les corps en repos se déduisent essentiellement du principe préconisé par Faraday, et qu'on appelle le principe de l'action du milieu ou de l'action du champ.

II. — Selon le principe de l'action du milieu, toute action physique se propage nécessairement de proche en proche avec une vitesse finie, de sorte que tout événement qui se passe dans un point du milieu est défini de façon univoque par les événements qui se sont produits à des instants antérieurs infiniment voisins dans l'entourage immédiat du point considéré.

Au premier abord, le principe de l'action du champ paraît être évident. Il tire la force de conviction avec laquelle il s'impose à notre intelligence de sa relation étroite avec le principe de causalité. En l'énonçant, nous n'affirmons autre chose que le déterminisme des phénomènes physiques. Il ne semble pas qu'un pareil principe puisse être en opposition avec les principes de la mécanique. Maxwell lui-même avait la conviction que l'action du milieu doit pouvoir se déduire de ces principes, et il chercha de beaucoup de manières à parvenir, par cette voie détournée, à une interprétation mécanique des lois de l'électromagnétisme, tantôt en imaginant des modèles susceptibles de transmettre, conformément aux lois observables, l'action du milieu d'un corps à l'autre, tantôt en se livrant à des considérations théoriques plus générales. Aucune de ces tentatives n'a abouti au résultat

(*) Rappelons à cet égard l'adage newtonien : hypotheses non fingo.

(*) Voir les indications bibliographiques à la fin de l'article.

voulu. Les principes de la mécanique se sont montrés tout aussi impuissants à fournir une interprétation de l'action du milieu, qu'ils étaient incapables de guider la théorie dans la voie plus directe prise dans les recherches antérieures. On voit, du reste, immédiatement, la raison pour laquelle l'interprétation mécanique de l'action du champ doit se heurter de prime abord à une grave difficulté. De même que les forces de la gravitation universelle, les actions électriques et magnétiques se propagent dans l'espace vide. Ce fait suggère évidemment l'idée de l'existence d'un milieu matériel universel. Newton s'est refusé à faire cette hypothèse qui lui a paru séduisante, mais dont il a, sans doute, reconnu les écueils. Actuellement, nous savons que l existence d'une matière remplissant tout l'espace est en contradiction avec les constatations expérimentales les mieux établies.

L'absence de tout milieu matériel jouant le rôle d'agent mécanique prive le principe de l'action du champ d'une bonne partie de son évidence. Mais on peut attribuer au terme « milieu » une signification très large. De toute façon, le champ, qui est une grandeur bien définie, joue le rôle d'un agent physique, et on reconnaît que le principe de l'action du champ est théoriquement préférable à la notion de l'action à distance, car ce principe simplifie singulièrement la théorie et lui donne une signification expérimentale immédiatement vérifiable (2).

On n'a plus besoin de s'occuper de ce qui s'est passé à des époques reculées dans des régions éloignées de l'univers, pourvu qu'on connaisse exactement l'état actuel du champ dans l'entourage immédiat des corps considérés, état directement accessible à l'observation.

L'état du champ est caractérisé par six grandeurs déterminées qu'on appelle les « composantes du champ électromagnétique ». Ce sont les relations générales existant entre les dérivées temporelles et spatiales de ces 6 composantes qui constituent les 6 équations de Maxwell. Or, il est à remarquer que le principe de l'action du champ, joint au principe de conservation de l'énergie et complété par les données les plus immédiates et les plus sûres fournies par l'observation, conduit de façon univoque aux équations de Maxwell. On peut, par contre, obtenir différentes théories en se basant sur l'action à distance et sur les principes de la mécanique.

Par conséquent, puisque l'expérience a vérifié complètement toutes les conséquences tirées des équations de Maxwell, on a reconnu dans ces équations l'expression adéquate des lois observables, et on peut considérer que le principe de l'action du champ doit être placé, comme principe fondamental, à la base de la théorie de l'électricité et du magnétisme.

III. — Les équations de Maxwell permettent la déduction de toutes les lois de l'électromagnétisme, pour autant que ces lois se rapportent à des corps en repos. La découverte la plus éclatante due à ces équations est celle de la nature électromagnétique des ondes lumineuses auxquelles se rattachent d'autres radiations également électromagnétiques de longueur d'onde plus ou moins courte, les rayons infrarouges, ultraviolets, les rayons X et gamma. La théorie de Maxwell a suggéré, d'autre part, la réalisation d'ondes électromagnétiques de grande longueur, expérience qui a été faite pour la première fois par Hertz et qui a conduit aux nombreuses applications actuellement si répandues de la télégraphie et de la téléphonie sans fil.

Le champ d'application des lois de l'électromagnétisme est d'ailleurs tellement vaste et l'importance de ces lois pour la physique est tellement grande que, malgré les vérifications les plus impressionnantes, des doutes persistèrent concernant la validité complète des équations de Maxwell. A l'époque même où cette théorie, par ses succès inattendus, s'impose aux physiciens, de grands théoriciens tels que Henri Poincaré (3) et Ludwig Boltzmann (4) la soumettent à une critique serrée et signalent les grandes obscurités et les contradictions qui subsistent. Voici la raison de ces appréhensions :

En laissant de côté délibérément les principes de la mécanique, la théorie de Maxwell avait réussi là où ces principes avaient conduit à des échecs, mais de ce fait même, on pouvait conclure à l'existence d'un certain antagonisme, plus ou moins caché, entre les deux groupes de lois, antagonisme incompatible avec la nécessité de baser la physique théorique simultanément sur les lois de l'électromagnétisme et sur celles de la mécanique.

En fait, la théorie se heurtait à des difficultés en apparence insurmontables, lorsqu'on cherchait à l'appliquer à l'électrodynamique et à l'optique des corps en mouvement, c'est-à-dire lorsqu'on la mettait en contact direct avec la mécanique. Pour caractériser en quelques mots la nature de ces difficultés, nous voulons considérer, pour un instant, les équations de Maxwell comme l'expression des propriétés d'un fluide matériel, l'éther, transmettant les ondes électromagnétiques (5).

Il faut alors supposer l'éther complètement entraîné dans le mouvement de la terre autour du soleil, pour tenir compte de l'absence de toute influence du mouvement de la terre sur les phénomènes optiques observés avec des sources terrestres. On doit, tout au contraire, supposer l'éther absolument immobile, comme l'avait fait Fresnel, pour interpréter les effets optiques produits par des sources extraterrestres.

Ces considérations se rapportent à une époque déjà ancienne, et les difficultés signalées n'existent plus pour la physique actuelle. Il

n'est cependant pas inutile de s'arrêter un instant à l'examen d'un problème qui inquiétait les physiciens au début du xx^{e} siècle. Nous pouvons y voir un exemple très instructif de l'énorme intérêt que peuvent présenter, dans certains cas, pour la physique tout entière, des spéculations purement théoriques et même exclusivement mathématiques. En effet, chaque fois que les observations conduisent à des résultats qui ne semblent admettre aucune interprétation raisonnable, on peut être assuré que la recherche théorique poussée à fond aboutira à une grande découverte. Ce cas s'est renouvelé récemment lorsque les recherches expérimentales eurent conduit à attribuer à la lumière avec une nécessité égale, d'une part, une structure ondulatoire et, d'autre part, une structure corpusculaire. En d'autres termes, des preuves de même poids permettaient d'établir que la lumière se comporte à certains égards comme une onde (dans les phénomènes d'interférence et de diffraction), à d'autres égards comme un bombardement dû à des particules espacées (dans l'effet photoélectrique ou dans l'effet Compton). Or, ces deux suppositions avaient toujours été considérées comme contradictoires par les physiciens.

La belle théorie de la mécanique ondulatoire due à M. Louis de Broglie (6) a fait disparaître ce dilemme inquiétant quoique purement apparent, mais le principal mérite de cette théorie réside en ce qu'elle a permis d'arriver à la conception claire d'un nombre énorme de faits incompréhensibles du point de vue des théories plus anciennes.

Pareillement, la question de l'application des lois de l'électromagnétisme aux corps en mouvement a obligé les physiciens à se livrer à des considérations théoriques assez subtiles. Evidemment, il a fallu abandonner l'hypothèse de l'éther matériel, mais ce sacrifice à lui seul ne suffit pas pour concilier des constatations qui, à première vue, semblent s'exclure (*). Avant tout, la théorie avait pour tâche de maintenir la validité des équations de Maxwell, entièrement vérifiées en ce qui concerne les propriétés électromagnétiques des corps en repos. En définitive, c'est l'étude des propriétés mathématiques de ces équations qui a permis de découvrir le chemin à suivre pour arriver à la résolution d'un problème qui ne semblait admettre aucune solution acceptable et pour écarter tout danger de contradiction entre les lois de l'électromagnétisme et celles de la mécanique.

IV. — Ce sont surtout les recherches théoriques de H. A. Lorentz qui ont mis en évidence une propriété extraordinairement importante des équations de Maxwell. Ces équations conservent la même forme lorsqu'on soumet les coordonnées spatiales et le temps simultanément à une transformation linéaire très simple, dite « transformation de Lorentz ». Physiquement, cette transformation signifie que les dimensions linéaires d'un corps ainsi que les durées écoulées dépendent du rapport existant entre la vitesse du corps et une certaine vitesse critique égale à la vitesse de la lumière dans le vide. De plus, la notion de simultanéité perd sa signification universelle. On ne peut plus dire que deux événements sont simultanés sans préciser l'état du mouvement du système de référence spatial auquel on rapporte les observations.

Cette découverte théorique de Lorentz a donné la clé de l'énigme de l'électrodynamique et de l'optique des corps en mouvement et elle a conduit ainsi à l'interprétation complète de toutes les constatations expérimentales relatives aux phénomènes électromagnétiques. En même temps, on avait touché du doigt la source de l'antagonisme latent existant entre les lois de l'électromagnétisme et celles de la mécanique.

Les équations de la mécanique n'avaient nullement la même propriété remarquable que les équations de Maxwell, et la transformation de Lorentz n'y jouait aucun rôle ; mais il existe une autre transformation linéaire, la transformation de Galilée, qui laisse inchangée la forme des équations de mouvement newtoniennes. Mathématiquement, la transformation de Galilée est très proche de la transformation de Lorentz, tout en présentant un caractère plus simple que celle-ci. La mécanique classique ignore, en effet, l'existence d'une vitesse limite. Il fallait faire disparaître ce désaccord entre la mécanique et l'électromagnétisme pour pouvoir se servir en physique simultanément des deux groupes de lois.

Le mérite d'avoir reconnu clairement cette nécessité revient à A. Einstein. En attirant l'attention sur la signification cinématique et mécanique des équations de la transformation de Lorentz, Einstein a créé la théorie de la relativité restreinte qui établit l'harmonie entre les principes fondamentaux de la physique, au prix d'une retouche en somme assez légère, apportée à la mécanique de Newton. Dans la mécanique relativiste, le quatrième axiome de Newton, le principe de relativité de Galilée, est remplacé par le principe de relativité plus compréhensif d'Einstein. Ainsi se trouve exclue définitivement toute possibilité de contradiction entre les lois de la mécanique et celles de l'électromagnétisme, grâce à une modification dont la mécanique a retiré elle-même le plus grand bénéfice. La masse du point matériel est, dans la mécanique

(*) En effet, l'expérience montre clairement que les vecteurs du champ électromagnétique sont entraînés dans le mouvement de la terre s'il s'agit de sources terrestres, non entraînés dans le cas de sources extra-terrestres.

relativiste, une fonction de sa vitesse telle que les équations du mouvement conservent une forme invariante lorsqu'on les soumet à la transformation de Lorentz. On peut alors appliquer ces équations aux mouvements extrêmement rapides qui satisfont très exactement aux lois prévues par Einstein. Une des conséquences les plus remarquables de la théorie est la proportionnalité entre la masse inerte et le contenu énergétique d'un corps.

La cinématique et la mécanique d'Einstein sont mathématiquement moins simples que les théories newtoniennes correspondantes. Dans beaucoup de problèmes, on se heurte à des difficultés provenant du fait que le temps relativiste n'a plus le rôle d'une variable indépendante. Il est devenu une variable d'état du corps, car dans la cinématique relativiste, la durée écoulée dépend de la vitesse du corps. Nous voyons par cet exemple que la clarté et la simplicité des conceptions fondamentales est souvent rachetée, en physique, par une plus grande complexité des opérations exigées pour la résolution des problèmes. Il en résulte que la physique, au fur et à mesure de ses progrès, doit avoir recours aux branches les plus variées des mathématiques. L'importance grandissante des notions abstraites n'est nullement due aux spéculations des théoriciens, elle provient de l'approfondissement incessant des recherches expérimentales et de l'extension toujours croissante des connaissances fournies par l'observation.

Aussi, l'achèvement de l'œuvre accomplie par H. A. Lorentz et par A. Einstein est-il dû à un mathématicien, H. Minkowski, qui a découvert la signification quadri-dimensionnelle de la transformation de Lorentz et, par suite, l'inteprétation la plus simple qu'on peut donner aux équations de Maxwell. De ses considérations purement mathématiques, Minkowski a tiré la conclusion que les phénomènes physiques se passent en réalité dans une multiplicité à quatre dimensions qui forme un tout appelé espace-temps ou univers.

La décomposition apparente de cette multiplicité en un espace bien défini à 3 dimensions et un temps indépendant du système de référence spatial est due à la circonstance que, dans les conditions habituelles d'observation, les vitesses de tous les corps sont très petites en comparaison de la vitesse limite. Si la représentation quadridimensionnelle fournit des méthodes relativement simples et très élégantes, permettant de maîtriser les difficultés des problèmes de la mécanique relativiste, elle est, de plus, comparable en valeur aux plus grandes découvertes scientifiques, et a eu pour le développement ultérieur de la physique, une importance qu'on ne saurait surestimer (7).

Une généralisation de la conception de l'univers de Minkowski a permis à Einstein de donner, dans sa théorie générale de la relativité, une interprétation de la gravitation universelle conforme au principe de l'action du champ. La construction rationnelle d'un milieu susceptible de transmettre des actions physiques est donc possible, et on voit ainsi un rapprochement très suggestif se produire entre les deux catégories de lois fondamentales de la physique. De plus, la théorie de la gravitation d'Einstein fournit la preuve manifeste du fait que la validité du principe de l'action du milieu n'est nullement liée à l'hypothèse naïve et certainement inexacte d'une matière remplissant l'espace entier (8 et 9).

V. — La théorie actuelle de l'électromagnétisme n'est, d'ailleurs, pas tout à fait identique à la théorie primitive de Maxwell. Elle attribue un rôle important aux centres matériels desquels émanent les actions électromagnétiques, et elle se rapproche ainsi des théories plus anciennes basées sur l'idée d'une action à distance, transmise avec une vitesse finie. Quoiqu'il n'existe plus d'antagonisme entre la mécanique et la théorie électromagnétique basées, toutes deux, dans une large mesure, sur des conceptions pareilles, il ne faudrait cependant pas croire que la séparation entre les deux domaines ait disparu. En effet, les équations du champ de gravitation d'Einstein ne montrent aucune analogie avec les équations beaucoup plus simples de la théorie de Maxwell. Il n'est plus question de considérer les lois de l'électromagnétisme comme un cas particulier de celles de la mécanique. Dans la physique actuelle, les deux groupes de lois sont autonomes quoiqu'étroitement connexes, et on ignore encore dans une large mesure de quelle façon les effets dûs à la charge électrique du point matériel se rattachent aux propriétés de sa masse inerte et gravitante.

Nous savons actuellement que la matière est entièrement composée de centres électrisés, d'électrons et de protons, entre lesquels agissent des forces électromagnétiques. L'électromagnétisme et les principes de la mécanique se trouvent ainsi placés à la base de la théorie de la matière. Aux innombrables centres contenus dans le moindre fragment de matière, on ne peut appliquer les lois théoriques qu'en prenant des moyennes statistiques. Pour les phénomènes statiques et stationnaires, on retrouve ainsi, comme l'a montré Lorentz (10), les lois de l'électromagnétisme qui découlent des équations de Maxwell. Par contre, les phénomènes dynamiques, les effets dans lesquels interviennent les échanges d'énergie entre les atomes, obéissent aux deux principes fondamentaux de la thermodyamique résumant nos connaissances relatives à la chaleur.

La thermodynamique elle-même doit se dé-

duire, grâce aux considérations statistiques, des principes de la mécanique et des équations de Maxwell, appliquées aux mouvements des molécules, des atomes et de leurs éléments constituants, en tenant compte, de plus, des échanges d'énergie rayonnante. On est ainsi conduit à l'étude de la constitution des atomes, rendue accessibles à l'observation grâce aux recherches spectroscopiques.

VI. — Avec les questions concernant la structure intime des atomes, ainsi que les relations entre cette structure et les propriétés de l'énergie rayonnante, nous sommes arrivés au seuil de la théorie des quanta qui constitue le chapitre le plus récent de la physique théorique. L'électromagnétisme y intervient, étroitement rattaché à la mécanique. Il serait donc utile d'interpréter la relation existant entre la charge électrique et l'inertie mécanique des centres matériels qui forment les systèmes atomiques. On connaît depuis fort longtemps déjà et avec une grande précision les rapports numériques des masses et des charges de l'électron et du proton, mais la signification théorique de ces rapports reste à trouver. Les progrès de la théorie des quanta apporteront peut-être, à cet égard, les éclaircissements désirables.

Dans son dernier degré de développement, la physique se trouve enrichie d'un principe entièrement distinct des principes mentionnés jusqu'ici. De même que l'électromagnétisme avait été, au début, placé en opposition avec la mécanique classique, l'étude de la structure des atomes et de l'émission et de l'absorption de l'énergie rayonnante a mis èn évidence des lois qui semblèrent étranges et contraires aux conceptions plus anciennes (11). Comme nous l'avons vu, on arrivait, entre autres, à attribuer à l'énergie rayonnante électromagnétique une structure corpusculaire, car ce qu'on supposait être des ondes se comportait manifestement à d'autres égards comme un essaim de centres de condensation d'énergie qu'on a appelés les « photons ». De même que Einstein, en acceptant purement et simplement le verdict de l'expérience pour en dégager les conclusions théoriques, avait créé la mécanique de relativité, Louis de Broglie a tiré de l'existence des photons et de la théorie ondulatoire de la lumière leur conséquence logique, la mécanique ondulatoire, et a apporté ainsi des éclaircissements qui ont eu une influence décisive sur le développement ultérieur de la physique atomique (12).

Un essaim de centres de condensation d'énergie doit produire statistiquement les mêmes effets qu'une onde homogène, pourvu qu'on associe à chaque centre une onde élémentaire. Or, du point de vue de la mécanique relativiste, un point matériel n'est autre chose qu'un centre de condensation d'énergie. On peut donc associer, réciproquement, à tout point matériel, une onde dont les pulsations sont d'autant plus fréquentes que la masse du point matériel est plus grande (*). Je me borne à mentionner cette belle théorie, ainsi que les applications extraordinairement importantes pour la mécanique atomique qu'en a tirées M. Schrödinger (13).

En ce qui concerne l'électromagnétisme, il importe de signaler ici une indication que donne la théorie des quanta sur la nature de l'agent assez mystérieux qui transmet à travers le vide les effets électromagnétiques.

Ignorant complètement les propriétés de cet agent, on était, au fond, dans une position assez délicate, lorsque la poursuite des recherches sur les relations existant entre la matière et l'énergie rayonnante conduisit à des difficultés constamment renouvelées. Malgré toute l'ingéniosité dépensée pour maintenir l'accord entre la théorie et les résultats des observations, la théorie se montrait de moins en moins capable d'introduire de l'ordre dans la complexité des données expérimentales, et il devint évident qu'il fallait apporter une correction aux conceptions théoriques en vigueur, pour ne pas se perdre dans une obscurité de plus en plus épaisse.

Or, il est très remarquable qu'au milieu de ces complications et de ces incertitudes, on n'a jamais mis en doute la validité entière des équations de Maxwell. Ces équations devaient leur position exceptionnelle, surtout à leur relation étroite avec le principe de relativité d'Einstein et avec l'espace-temps de Minkowski dont elles étaient les représentants les plus manifestes.

En fait, les renseignements récents fournis par la mécanique ondulatoire n'apportent qu'une très légère modification à la conception de l'action du champ, sur laquelle reposent les équations de Maxwell. Pour les lois, dites « microscopiques », caractérisant les propriétés électromagnétiques de la matière, la théorie de Lorentz a montré qu'elles ont une signification statistique, puisqu'elles sont, dans chaque cas, l'expression de l'effet moyen produit par un nombre énorme d'électrons. A ce degré du développement de la théorie, on était peut-être déjà amené à se poser la question de savoir si les équations fondamentales de la théorie de Maxwell, celles qui se rapportaient au champ produit dans le vide et, par suite, aux actions intraatomiques, n'avaient pas une signification analogue. A cette question, la théorie des quanta nous permet maintenant de donner une ré-

(*) Ce fait résulte, d'une part de la loi fondamentale de la théorie des quanta énoncée par Planck, d'autre part, du principe de l'inertie de l'énergie, conséquence de la mécanique relativiste.

ponse affirmative. Non seulement les équations de l'électromagnétisme, mais toutes les lois de la physique ont une signification statistique et ne peuvent avoir d'autre signification. Dans la mécanique ondulatoire de de Broglie et de Schrödinger, les grandeurs mécaniques apparaissent affectées d'une certaine imprécision, qui est caractérisée par la relation d'indétermination de Heisenberg indiquant la limite de la plus grande exactitude pouvant être atteinte dans les mesures mécaniques (*). Puisque toute la physique repose, en définitive, sur des mesures mécaniques, l'existence de la relation d'indétermination a, pour la physique tout entière, une importance fondamentale (14 et 15). Elle limite la tâche de la théorie, en lui imposant l'obligation de se borner à des considérations statistiques, car les spéculations théoriques ne doivent en aucun cas être portées au-delà des possibilités de vérification expérimentale.

VII. — Parmi les principes mis en évidence par l'étude des lois de l'électromagnétisme, c'est incontestablement le principe de relativité qui a contribué le plus aux progrès récents de la physique théorique. Joint au principe de l'action du milieu, il a inspiré la magnifique théorie de la gravitation universelle d'Einstein. Toutefois, la gravitation ne joue aucun rôle appréciable dans les phénomènes intramoléculaires et intraatomiques sur lesquels se concentrent actuellement les efforts des physiciens et des chimistes. C'est donc la théorie de la relativité restreinte, et non pas la théorie générale de la relativité, qui s'est montrée particulièrement utile pour guider les recherches expérimentales et théoriques relatives à la façon dont se comportent les électrons à l'intérieur des atomes.

La théorie de la relativité restreinte a inspiré pour une grande part les raisonnements qui se trouvent à la base de la mécanique ondulatoire. De bonne heure déjà, M. Sommerfeld a tiré de la théorie de la relativité restreinte l'interprétation de la structure fine du spectre de l'atome de l'hydrogène. Plus récemment, Dirac a réussi à obtenir les équations relativistes de la mécanique ondulatoire de l'électron. Cette question présente une grande importance pour le sujet qui nous occupe ici, car nous touchons là à l'origine de tous les phénomènes électromagnétiques. L'équation de Dirac, venant à la suite de celle de Schrödinger, et perfectionnant la théorie des quanta en plusieurs points importants, a apporté un vive clarté dans la complexité vraiment effrayante des lois spectroscopiques (16).

(*) Cette limite d'indétermination est de l'ordre de grandeur du « quantum d'action ». Voici à quoi se réduit, en dernière analyse, le principe du quantum d'action de Planck.

Elle a confirmé la théorie relativiste de Sommerfeld, en fournissant, de plus, à cette théorie, les compléments nécessaires pour la mettre en accord avec toutes les constatations expérimentales. On savait déjà, par l'étude des spectres, sans pouvoir rattacher ce fait à la théorie générale, que l'électron joue non seulement le rôle de l'atome de l'électricité négative, mais qu'il porte en même temps — grâce à sa structure particulière — le moment magnétique élémentaire universel, le magnéton de Bohr. Cette propriété de l'électron avait été énoncée sous la forme d'une hypothèse hardie, l'hypothèse du « spin » de l'électron, par Goudsmit et Uhlenbeck. Elle a été introduite par Pauli dans la théorie du magnétisme, précisant l'ancienne notion des « courants moléculaires d'Ampère » (17).

L'équation de Dirac (18), basée essentiellement sur la théorie mathématique de la transformation de Lorentz, permet de démontrer que le « spin de l'électron » est une conséquence nécessaire du postulat de l'invariance relativiste, auquel doivent satisfaire les équations fondamentales de la mécanique quantique. De plus, on peut espérer que la continuation de ces recherches très récentes et entourées actuellement encore de grandes incertitudes aboutira, grâce à la nouvelle conception relativiste de la mécanique ondulatoire, à l'abolition de toute séparation entre l'électromagnétisme et la mécanique. Ce sera là un exemple très réjouissant du triomphe toujours renouvelé de la physique théorique qui, à travers le désordre apparent des faits variés mis en évidence par l'observation, poursuit victorieusement sa marche vers l'unité.

BIBLIOGRAPHIE

1. R. Reiff et A. Sommerfeld. — Standpunkt der Fernwirkung. Elementargesetze. Encyklopädie der math. Wissenschaften. Vol. V. 2. Leipzig (Teubner) 1904.
2. M. Planck. — Einführung in die theoretische Physik. 5 volumes. Leipzig (Hirzel) 1920-1930. Vol. III Einführung in die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 1922.
3. H. Poincaré. — Electricité et optique. La lumière et les théories électrodynamiques, 2e édit. Paris (Carré et Naud), 1901.
4. L. Boltzmann. — Vorlesüngen über Maxwells Theorie der Elektrizität und des Lichtes. 2e édit. Leipzig (Barth), 1908.
5. H. A. Lorentz. — Maxwells elektromagnetische Theorie. Encyklop. d. math. Wiss. Vol. V. 2. Leipzig (Teubner), 1904.
6. L. de Broglie. — Ondes et mouvements. Paris (Gauthier-Villars),. 1926.
7. H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski. — Das Relativitätsprinzip. Leipzig-Berlin (Teubner), 1920.
8. H. Weyl. — Raum. Zeit. Materie. 5e édit. Berlin (Springer), 1923. Traduc. de G. Juvet et R. Lenoy Temps. Espace. Matière. Paris (Blanchard), 1922.

9. W. Pauli. — Relativitätstheorie. Leipzig-Berlin (Teubner), 1921.
10. H. A. Lorentz. — Weiterbildung der Maxwellschen Theorie. Elektronentheorie. Encyklop. d. math. Wiss. Vol. V. 2. Leipzig (Teubner), 1904.
11. A. Sommerfeld. — Atombau und Spektrallinien. 4e édit. Braunschweig (Vieweg), 1924.
12. L. de Broglie. — Introduction à l'étude de la mécanique ondulatoire. Paris (Hermann), 1930.
13. E. Schrödinger. — Abhandlungen zur Wellenmechanik. Leipzig, 1927.
14. A. Sommerfeld. — Atombau und Spektrallinien. Wellenmechanischer Ergänzungsband. Braunschweig (Vieweg), 1924.
15. E. Bloch. — L'ancienne et la nouvelle théorie des quanta. Paris (Hermann), 1930.
16. A. Haas. — Materiewellen und Quantenmechanik. 3e édit. Leipzig 1930. Traduct. de A. Bogros et F. Esclangon. La mécanique ondulatoire et les nouvelles théories quantiques. Paris (Gauthier-Villars), 1930.
17. Weyl. — Gruppentheorie und Quantenmechanik. Leipzig (Hirzel), 1928.
18. P. A. M. Dirac. — The Principles of Quantum Mechanics. Oxford. University Press, 1930.

LES INONDATIONS DE MARS 1930 DANS LE MIDI DE LA FRANCE

par D. FAUCHER
Professeur de Géographie à l'Université de Toulouse

Les inondations du début de mars 1930 dans le sud et le sud-ouest de la France ont eu des effets terribles. Des milliers d'hectares noyés et de nombreuses terres recouvertes de sables et de graviers stériles ; des récoltes perdues, des arbres arrachés par centaines, des routes et des voies ferrées détruites et parfois sur plusieurs kilomètres de longueur ; un grand nombre de ponts emportés et quelques-uns à près de 20 m. de hauteur au-dessus du niveau des eaux ordinaires; des maisons écroulées par centaines dans les campagnes proches des rivières débordées, dans les villages riverains (quelques-uns rasés complètement), dans les villes même ; plus de 200 personnes enfin noyées ou écrasées sous les ruines de leurs maisons. L'ampleur de cette catastrophe en a fait un deuil national et, de toutes parts, en même temps que s'affirmait généreusement la solidarité française et que des secours affluaient de l'étranger, s'élevaient des voix pour que, du malheur, lui-même, sortit pour l'avenir une leçon de prévoyance.

On a déjà beaucoup écrit sur les causes de ces terribles inondations et on a proposé dans des publications de toute nature des mesures paraissant propres à en prévenir le retour. La plupart des articles et études inspirés par la catastrophe ne pouvaient reposer, et pour cause, sur une documentation suffisante et suffisamment précise (1). C'est à peine si, à l'heure actuelle, nous disposons de données assez exactes pour que l'on puisse se rendre compte d'une manière scientifique des phénomènes qui ont engendré les inondations responsables des terribles malheurs que nous avons rappelé.

Nous pouvons, aujourd'hui, essayer d'en donner une idée à peu près exacte et de retracer la marche des crues. Nous serons alors en mesure de donner, pour conclure, une opinion raisonnée sur les moyens susceptibles d'éviter le renouvellement d'un pareil désastre.

I. — Les phénomènes générateurs.

1. *Les pluies.* — Au premier rang des phénomènes qui ont engendré les crues de certaines rivières du Sud et du Sud-Ouest, se placent les pluies diluviennes qui se sont abattues à la fin de février et au début de mars sur un vaste territoire englobant les hauteurs du haut bassin de l'Agout, d'une partie du bassin de l'Aude, et s'étendant vers le Nord-Ouest jusqu'à la Dordogne.

Ces pluies ont atteint, en quelques jours, des hauteurs invraisemblables. A Gignac, dans le haut bassin de l'Hérault, 160 mm. d'eau auraient été recueillis entre le 25 et le 27 février, et cette station a enregistré, du 1er au 4 mars, de nouvelles chutes de pluie atteignant 135 mm. A Lodève, dans une région voisine, les pluies

(1) Nous nous permettons de signaler cependant le numéro spécial que la *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* (Institut de Géographie, Toulouse) vient de consacrer à l'étude des problèmes posés par les crues de mars 1930. On y trouvera notamment une étude générale de notre ami M. Pardé qui a déjà publié sur le sujet un très solide article dans la *Revue de Géographie Alpine* (t. XVIII, 1930, pp. 343-393).

dans le même temps ont été plus fortes et, du 1er au 4, elles ont atteint 268 mm., dont 159 mm. pour la seule journée du 2.

Plus à l'Ouest, ces chiffres, pourtant formidables, ont été dépassés et largement. A Béziers, dans la basse plaine,, il est tombé 260 mm. d'eau du 1er au 4 mars, dont 133 mm. le 2. A Bédarieux, dans les mêmes jours, il en a été recueilli 370 mm. dont 180, le 2 ; à Saint-Gervais, au pied du rebord des plateaux de Marcou et de l'Espinouse, 434 mm. au total, dont 155 mm. le 2. A Saint-Pons, pourtant, au fond de la dépression du Jaur, les chutes de pluies en ces funestes journées ont été presque aussi abondantes : 349 mm. au total, 183 mm. le 2.

Les chiffres donnés pour les pluies dans le bassin du Thoré sont tout à fait comparables à ceux que nous venons de citer. A Labastide-Rouairoux, placé dans la vallée du Thoré, dans une position analogue à celle de Saint-Pons, dans la vallée du Jaur, c'est une nappe de 310 mm. d'eau qui s'est abattue du 1er au 4 mars (160 mm. le 3). Sur les plateaux où circulent l'Agout et l'Arn, affluent du Thoré, les précipitations ont été presque aussi fortes : la Salvetat a reçu 207 mm., dont 115, le 3 ; Brassac, 218, dont 115 le 3. Nous sommes ici, il est vrai, sur ce rebord sud-occidental du Massif-Central, dans la zone où les pluies ont été particulièrement violentes. Celles-ci, toutefois, ont couvert une vaste région et ont gardé sur une bande de territoire orientée vers le Nord-Ouest une intensité exceptionnelle. A Castres, au contact de la zone du haut bassin de l'Agout si furieusement arrosée, le pluviomètre a totalisé encore 153 mm. de pluie entre le 1er et le 4, dont 113 mm. le 3. Albi, plus au Nord, dans une position plus dégagée des influences de la montagne, a reçu encore 122 mm. d'eau dans le même temps. A Cordes, sur le Cérou, affluent de l'Aveyron, on a enregistré encore 134 mm. ; à Vaour, près du dôme de la Grésigne, 138 mm. ; à Caylus, au-dessus de la vallée de la Bonnette, 144 mm. ; à Limogne, sur le Causse, entre l'Aveyron et le Lot, 130 mm. A Gourdon, à Gramat, à Vayrac (bassin de la Dordogne), les chutes totales sont encore impressionnantes, avec respectivement 167 mm., 198 mm., 166 mm.

Si, au contraire, on s'éloigne vers l'Est, on voit, en dépit des reliefs, les pluies s'atténuer bientôt. A Meyrueis, le total des précipitations

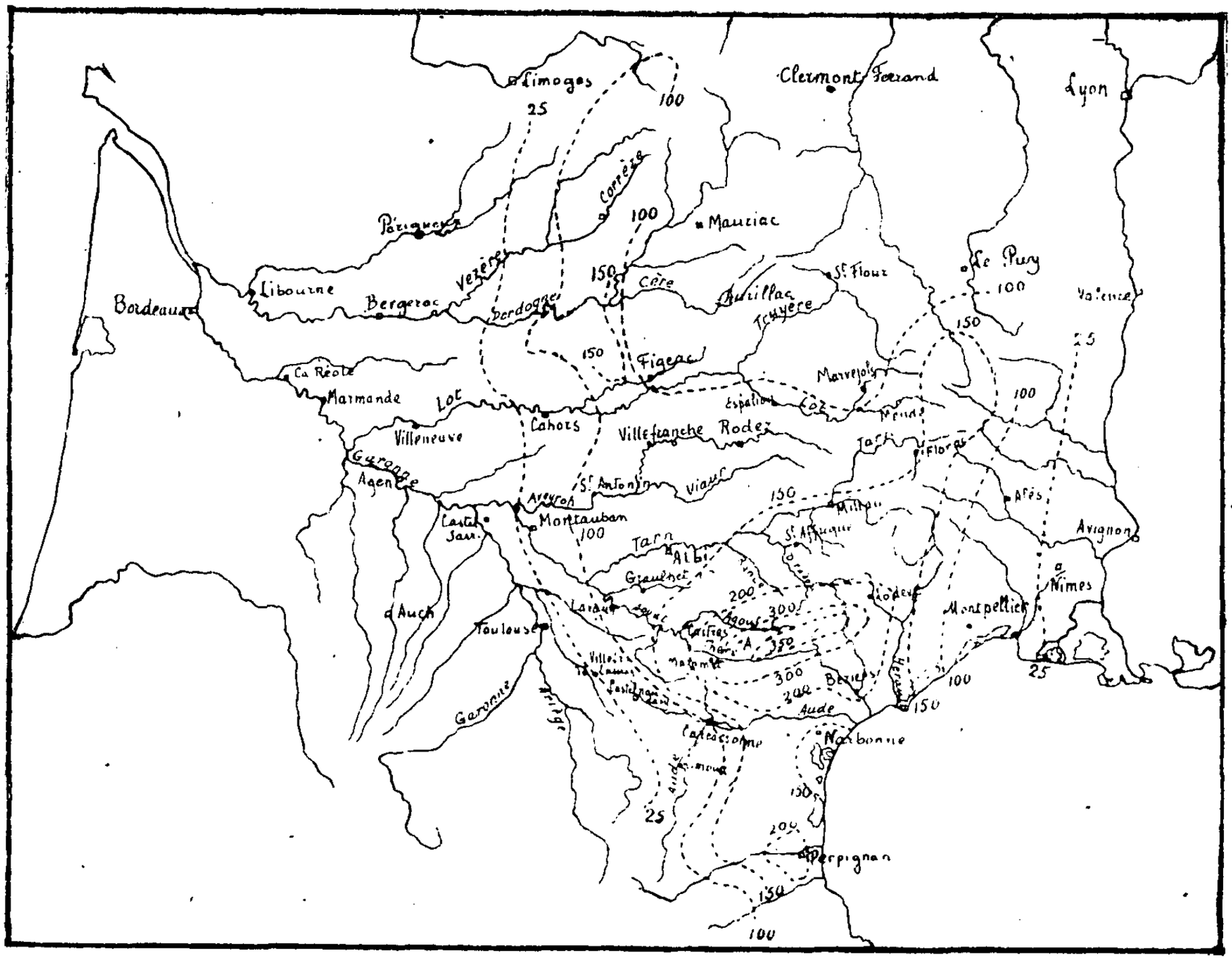


Fig. 1. — Carte des pluies des 1er et 3 mars dans le Sud et le Sud-Ouest de la France.

des trois journées considérées est encore de 196 mm.; à Espalion, sur le Lot, de 110 mm., mais il n'est plus que de 80 mm. au Massegros et de 34 mm. à Mende.

De même, à l'Ouest, la zone de très forte pluviosité passe assez brusquement à une région où les chutes d'eau ont été, durant le même temps, infiniment plus faibles : Toulouse n'a reçu que des pluies très modérées (15 mm.) ; Montauban, que la crue du Tarn devait si cruel-

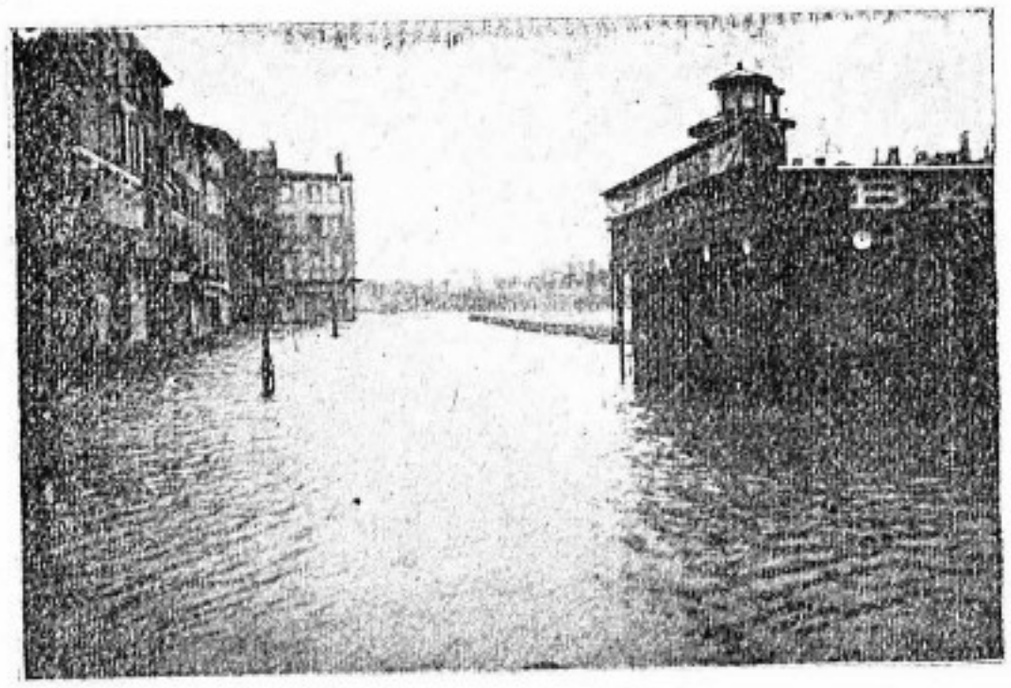


Fig. 2.— Castres sous les eaux, le lundi 3 mars 1930. Les ponts ont été noyés bien que l'Agout soit ici en décrue.

lement éprouver, n'en a enregistré que 60 mm.; Cahors, tout près de ces Causses du Quercy si copieusement arrosés, n'a enregistré que 40 mm. d'eau et Puy-Lévêque, un peu à l'Ouest de Cahors, dans la vallée du Lot, que 22 mm.

Ainsi, des pluies formidables sont à l'origine des crues désastreuses du début de mars 1930 dans le Sud et le Sud-Ouest de la France, mais elles n'ont atteint des hauteurs capables d'engendrer le gonflement catastrophique des rivières que dans une zone assez limitée, une bande de territoire allant de la Méditerranée à la Dordogne et coupant le haut bassin de l'Agout, les bassins moyens du Tarn, de l'Aveyron, du Lot et de la Dordogne.

De telles pluies ne sont pas extrêmement rares sur le bord méridional du Massif Central. Tout le monde connaît en particulier les terribles averses qui, à l'automne, s'abattent sur les Cévennes. Elles sont capables de donner en 24 heures des lames d'eau égales et supérieures même à la pluie moyenne de Paris pour une année. Sur ce haut versant abrupt qui prolonge les Cévennes vers l'Ouest, au-dessus du couloir de Carcassonne, des pluies analogues par leur violence se produisent parfois aussi. Ce relief présente des traits particuliers qui ont eu une réaction capitale sur les phénomènes hydrologiques de mars 1930.

Il y a là, en effet, une haute surface assez uniforme de 800 m. d'altitude environ dans sa partie méridionale, le plateau de Camarès, dont le bord sud, surélevé, se présente en forme d'un double et triple bourrelet montagneux. Ce relief est constitué d'abord par la Montagne Noire, lourde masse de roches anciennes qui, se dégageant du couloir sédimentaire de Carcassonne, se dresse à 800-1.000 m. (et même 1.210 m. au Pic de Nore). Son prolongement vers l'Est, au-delà de l'Argentdouble, bien que légèrement moins élevé et plus fractionné, forme encore un obstacle sérieux jusque vers Bédarieux. En arrière, s'ouvre la dépression où coulent, en directions opposées, le Thoré d'une part, le Jaur de l'autre. Etroite et profonde, cette coupure n'est, en son point le plus haut, qu'à 350 m. d'altitude. Mais, derrière ce sillon, les pentes s'élèvent brusquement à 800-900 m. au-dessus du Thoré, à 1.000-1.100 m. au-dessus du Jaur, dans les monts de l'Espinouse. Ainsi, au delà de la Montagne Noire et de son prolongement oriental, les vents du Sud-Est rencontrent un second obstacle, aussi élevé que le premier.

Sur le plateau, dont c'est ici le rebord sud, coulent vers l'Ouest, en méandres compliqués, l'Agout, affluent du Tarn ; l'Arn, affluent du Thoré. Puis le relief se redresse et un troisième bourrelet montagneux se précise vers 1.000-1.100 m. pour former, vers les sources de l'Agout, les Monts de Lacaune. De là, descend vers le Nord-Est le plateau de Camarès, qui n'est que l'extrémité méridionale du grand pla-

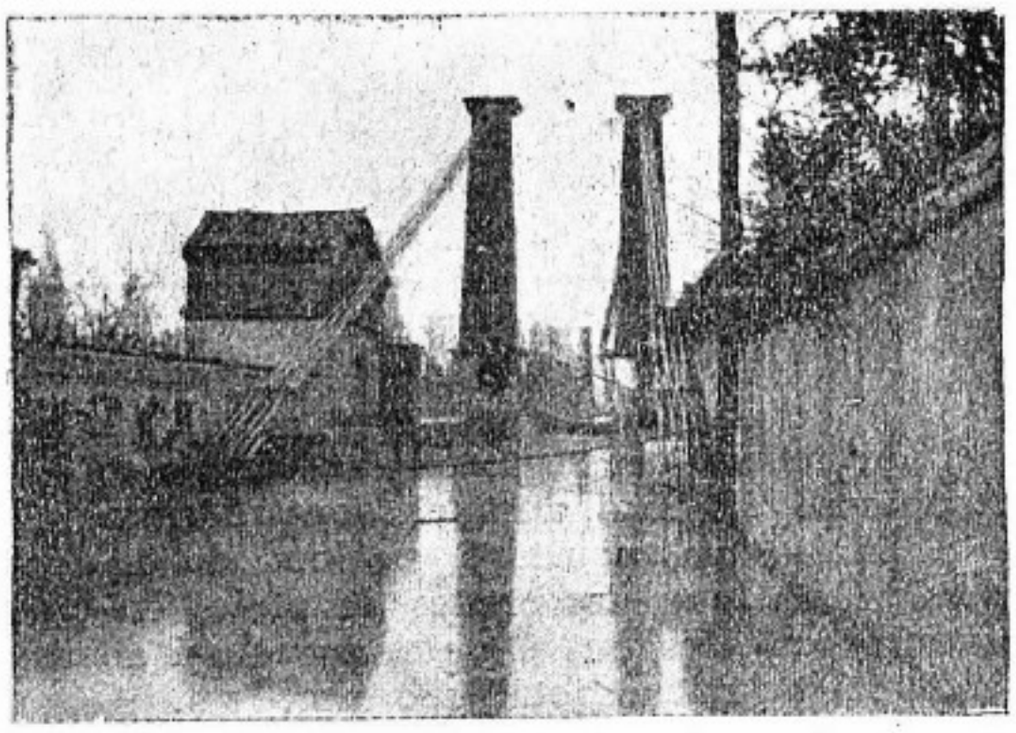


Fig. 3. — Entrée du pont suspendu de Saint-Sulpice arraché par la crue de l'Agout à 19 m. environ au-dessus de l'étiage. Vue prise au moment du maximum. (*Cliché Bossuge*).

teau de granite, de schistes, de grès et de marne rouges permiennes qui forment le Ségala du Rouergue. Ce plateau va buter vers l'Est aux Causses de Larzac et, au Nord-Est, par la Viadène, aux Monts de l'Aubrac. A l'Ouest, il se

raccorde au golfe sédimentaire de l'Albigeois. C'est sur cet ensemble de hautes surfaces que s'est noué le drame du 2-4 mars 1930.

Lorsque des vents chargés d'humidité soufflent de la Méditerranée, ils doivent, en effet, s'élever rapidement sur le versant sud de la Montagne Noire et se maintenir à haute altitude pour franchir la triple barrière montagneuse qui leur est opposée. Par là se trouvent réalisées les conditions classiques des pluies de relief et toute cette zone reçoit, en effet, de grosses quantités de pluies méditerranéennes. Ce sont des pluies de cette nature qui se sont abattues sur la région.

A l'ordinaire, l'obstacle montagneux franchi, les pluies de cette origine diminuent rapidement : le « marin » du Bas-Languedoc passe à l' « autan » sec et chaud de l'Albigeois, du Toulousain, de toute la partie orientale du bassin d'Aquitaine. Au début de mars, cette transformation s'est accomplie dans la région de Toulouse, Montauban, Cahors, mais la pluie a couvert un territoire étendu vers le Nord-Est et a entraîné un jeu de grosses crues qui, s'ajoutant les unes aux autres par suite du dessin des réseaux hydrographiques ont déterminé la catastrophe.

Pour qu'un tel phénomène, heureusement très exceptionnel, ait pu se produire, il a fallu que des conditions météorologiques spéciales se réalisent. Dès le 25 février, l'anticyclone du centre de l'Europe s'avançait vers l'Est et le Sud-Est de la France. Il arrivait ainsi à couvrir bientôt la vallée du Rhône et la bordure orientale du Massif Central. En même temps, des basses pressions s'établissent le long de cette zone anticyclonique, coupant la France en écharpe, de la Bretagne au Golfe de Lion. Cette situation dépressionnaire sur l'Aquitaine engendre le 28 le marin sur le Bas-Languedoc, l'autan dans le Toulousain et l'Albigeois. Sa fixité est assurée par l'avancée d'un anticyclone ibérique et la permanence exceptionnelle de celui qui couvre le Sud-Est de la France. Entre les deux, la dépression, immobilisée en quelque sorte, forme un couloir pluvieux allongé du Sud-Est au Nord-Est. Les pluies de relief du rebord sud-occidental du Massif Central se prolongent donc jusque vers la Dordogne, par des pluies cycloniques. Elles durent presque sans cesser toute la journée du 1er et la matinée du 2 ; elles reprennent le soir et marquent presque dans toute la zone arrosée un second paroxysme ; elles restent fortes encore dans la matinée du 3, mais la dépression s'est enfin comblée, pour ainsi dire sur place ; le vent du Sud-Est tombe, le beau temps renaît.

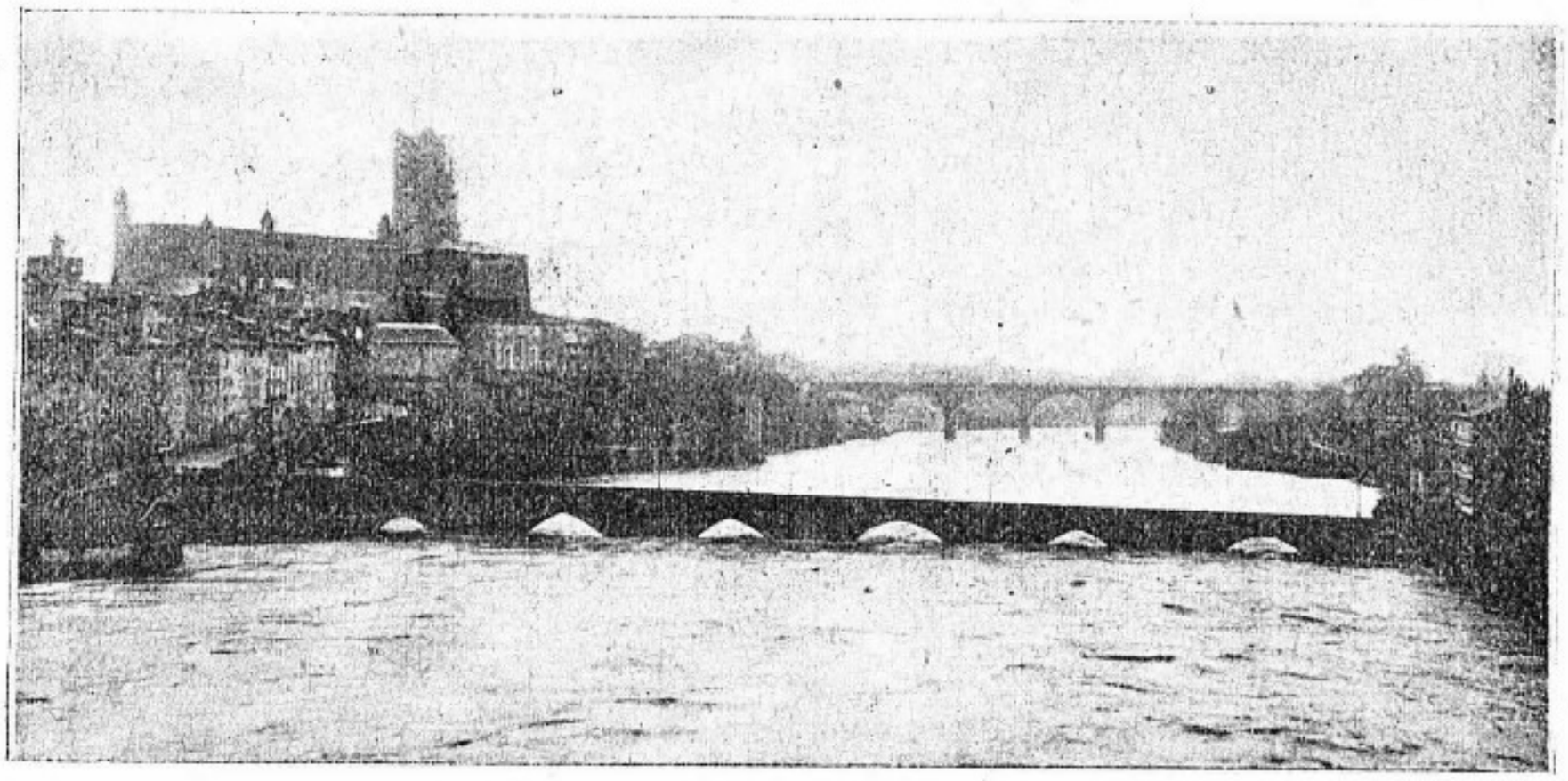


Fig. 4. — La crue du Tarn à Albi. Le vieux pont et à l'arrière plan, le pont du chemin de fer.

Pour une part l'intensité de ces pluies est due évidemment à la rencontre de l'anticyclone atlantique, qui forme une sorte de mur d'air froid et dense contre lequel vient se heurter le vent d'origine méditerranéenne. Celui-ci, d'ailleurs, a pu être refroidi lui-même en traversant les montagnes du Sud. Refroidissement d'autant plus intense qu'en cette saison ces régions sont normalement à des températures inférieures de plusieurs degrés à celles de la Méditerranée et que les montagnes portaient un épais manteau de neige.

2. *La neige.* — Sur les régions élevées du bassin de l'Agout et du Tarn, les chutes de neige avaient été abondantes, en effet, dans le cou-

rant de février. Du 7 au 23, il avait neigé à plusieurs reprises et particulièrement à partir du 16. C'est ainsi qu'à la maison forestière de la Blanque, dans l'Hérault, à 900 m. d'altitude, des chutes de neige se sont produites 12 jours en mars, les dernières se plaçant le 23. Sur la Montagne Noire, le Saumail, les Monts de l'Espinouse, les Monts de Lacaune, le plateau d'Anglès-la-Salvetat (pour ne point parler de l'Aubrac à l'extrémité nord-est du domaine hydrographique considéré) la couche de neige dépassait souvent 1 m. d'épaisseur, vers 900-1.000 m. d'altitude. Là où le vent l'avait accumulée, les « congères » atteignaient parfois plusieurs mètres, et l'on a signalé en divers points des interruptions prolongées des communications.

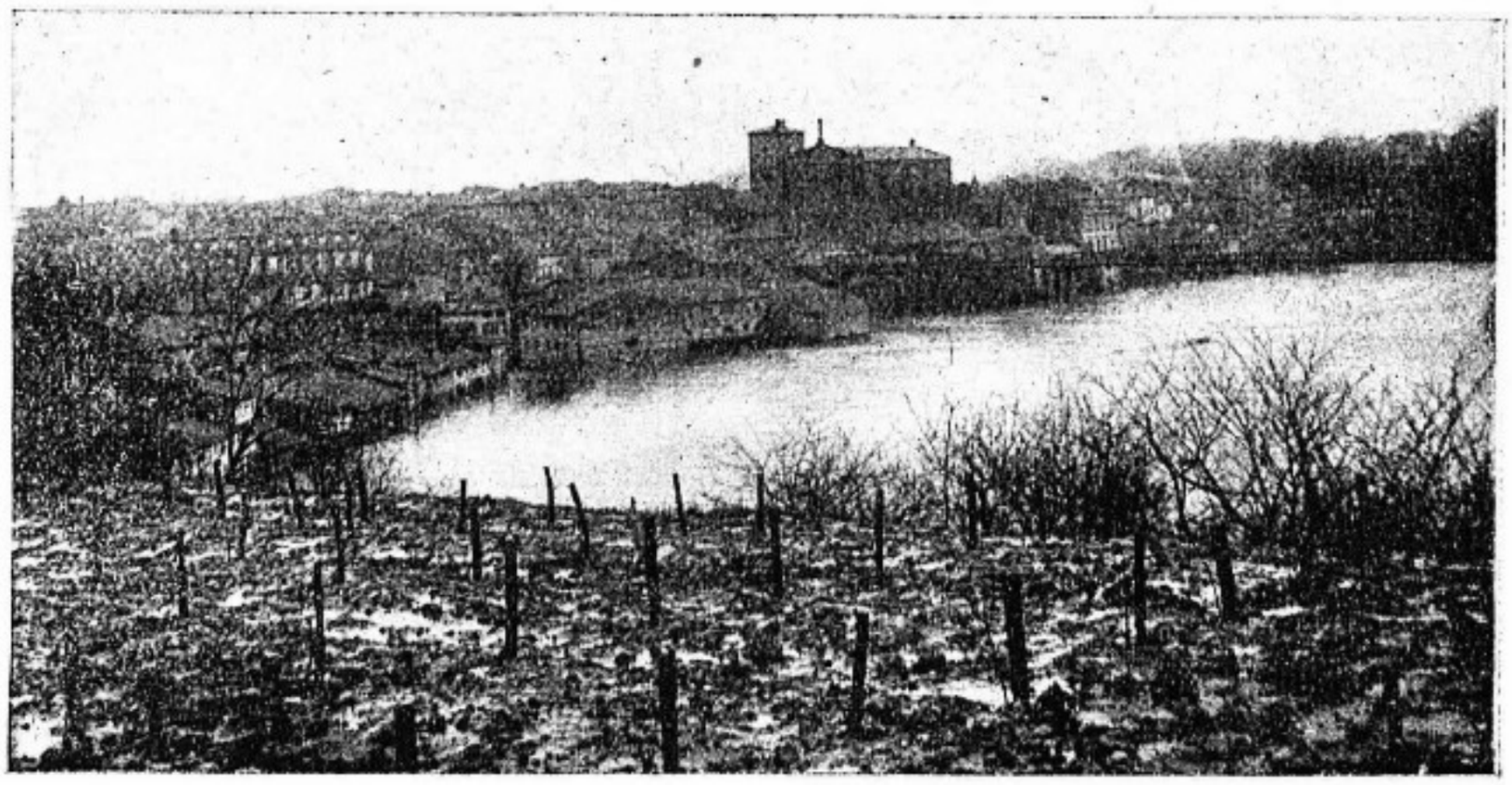


Fig. 5. — La crue du Tarn à Gaillac (*Cliché Raynaud*).

Cette neige avait en partie fondu au moment des premières pluies et vers le 28 février provoqué une petite montée des rivières. La plus grande partie de celle qui restait sur le sol a disparu au moment des très grosses pluies du 1-3 mars. Mais si l'on estime que le volume d'eau fourni par la neige a pu représenter pour les rivières du bassin du Tarn — les seules intéressées ou presque — un sixième de leur volume, on doit, sans aucun doute, serrer d'assez près la réalité : ce n'est donc pas la fonte de la neige qui a entraîné la prodigieuse montée des cours d'eau. Elle y a cependant contribué d'autre manière en provoquant partout où elle couvrait complètement le sol un écoulement instantané vers le fond des vallées, — en aidant à la saturation du sol ce qui entraînait un résultat tout semblable. Mais, elle absente, le résultat eût été sensiblement le même, car le sol des régions couvertes par la pluie du début de mars ne pouvait plus rien absorber depuis longtemps déjà.

3. *Les coefficients d'écoulement.* — On imagine bien, en effet, que toute l'eau qui s'abat sur une région donnée, ne s'écoule pas instantanément dans le lit des rivières. Une partie s'évapore, une autre s'infiltre dans le sol, une troisième est absorbée par la végétation, etc. Le rapport entre la quantité d'eau écoulée et la quantité d'eau tombée dans un temps donné, ce qu'on appelle le coefficient d'écoulement, est essentiellement variable, suivant les saisons, la nature du sol, sa pente, son état d'imbibition. Or, dans le bassin de l'Agout, une partie de celui du Tarn, ainsi que sur le flanc sud de la Montagne Noire, les coefficients d'écoulement n'ont pas été loin d'atteindre le maximum.

Ils y sont toujours élevés du fait de l'imperméabilité du sol. Il s'agit, en effet, d'un massif ancien où des noyaux de granulite sont enveloppés de schistes plus ou moins métamorphisés. L'ensemble va se perdre à l'Est sous les marnes permiennes du « rougier » de Camarès-Saint-Affrique, à l'Ouest sous les mollasses éocènes du Castrais et de l'Albigeois. Ainsi, ces hautes terres constituées par des roches imperméables sont normalement incapables de retenir beaucoup d'eau. La circulation souterraine s'établit près de la surface sous une pellicule toujours assez mince de produits de décomposition ou dans la roche saine, à la faveur de diaclases peu profondes. Ce réseau n'a qu'une capacité d'absorption extrêmement réduite et lorsque des circonstances météorologiques l'ont par avance engorgé, il se refuse à opérer dans le ruissellement superficiel les ponctions nécessaires.

Qu'on se représente dans ces conditions la situation hydrologique de ce territoire à la fin de février 1930. Un hiver exceptionnellement plu-

vieux a saturé le sol superficiel et le réseau interne là où il en pouvait exister un. D'octobre 1929 à février 1930, les précipitations avaient été de 270 o/o supérieures à la normale, à Lodève ; de 170 o/o à Castres ; tout le Sud-Ouest du Massif Central, presque tout le Bas-Languedoc avaient reçu de même des pluies très supérieures aux moyennes habituelles. La neige de février avait assuré le maintien de cette imbibition exceptionnelle du sol.

Il ne faut donc point être surpris si les coefficients d'écoulement ont été particulièrement élevés sur toutes les rivières dont les bassins ont reçu les terribles averses du début de mars. M. Pardé, dont la compétence en ces matières

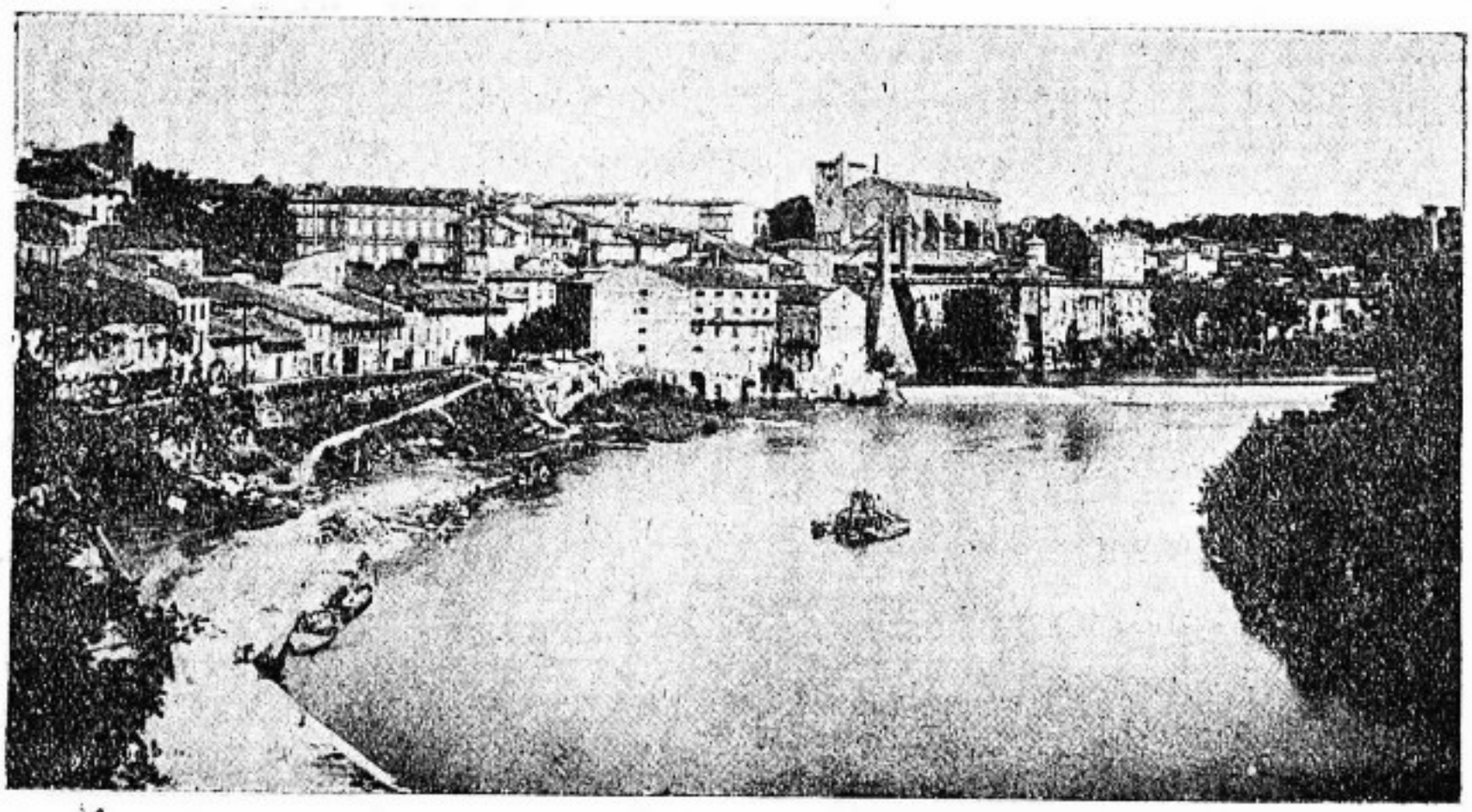


Fig. 5. — Le Tarn à Gaillac à l'étiage (*Cliché Poux*).

est inégalée en France, l'estime supérieur à 80 % pour l'ensemble du bassin de l'Agout, et même pour le Tarn à Albi et à Montauban. En ce qui concerne les rivières issues de la Montagne Noire, des Monts de l'Espinouse et de Lacaune, il est bien probable que ce coefficient a monté à plus de 90 o/o. Si l'on y ajoute l'eau de fonte des neiges, les eaux souterraines brusquement chassées de leurs réseaux par surpression (1), on peut affirmer que, dans ces montagnes, la quantité d'eau ruisselant vers les rivières a pu l'emporter par instants, durant les journées tragiques, sur celle qui s'abattait sur le sol en formidables averses.

On peut donc dire que c'est essentiellement la date anormale de ces averses et le caractère exceptionnellement humide de l'hiver 1929-1930 qui sont à l'origine du désastre. Mais, pour en saisir la terrible ampleur, il faut, en quelque sorte, assister rivière par rivière à la formation du flot dévastateur.

II. Les crues.

La répartition des pluies du début de mars a engendré des crues dans deux directions différentes, de part et d'autre de la Montagne Noire et des massifs voisins. Des rivières du versant méditerranéen ont inondé une partie des plaines du Bas-Languedoc. Sur le versant atlantique, le Tarn et ses affluents sont entrés en fureur et, aidés du Lot, ils ont provoqué une crue exceptionnelle de la basse Garonne.

I. *Les inondations du versant méditerranéen.* — Remarquons tout d'abord que les rivière cévenoles, à l'Est de l'Hérault, n'ont eu que des crues insignifiantes. *L'Hérault* lui-même, gonflé par les pluies du bassin de Lodève, n'a pas atteint une hauteur telle qu'il ait pu devenir dangereux. C'est plus à l'Ouest que les crues ont pris un caractère de violence exceptionnelle.

Dans le bassin de l'*Orb*, le Lirou, brusquement suralimenté par les pluies du 1er mars, sort de son lit le soir même. L'Orb le suit de peu, et, à Bédarieux, atteint à la fin de la journée 4 m. 50 de hauteur au-dessus de l'étiage. Les bas quartiers sont envahis ; le pont du Poujol, en aval, est détruit en partie ; celui de Cessenon, un peu après le confluent de la Vernazobres, est détérioré. A Béziers, au Pont-Rouge, la rivière est à 4 m. 42 le 2 mars, à 4 heures, ce

(1) Astre (Gaston). L'éclatement par surpression des réseaux aquifères du Haut-Cabardès (*Bull. Soc. d'Hist. Nat. de Toulouse*, t. 59, 1930, pp. 203-207, 1 fig.).

qui constitue pour elle une manière de record. Le Pont-Vieux, en amont du Pont-Rouge, aveuglé par le flot et les débris qu'il transporte, fait barrage ; les eaux s'élèvent à 1 m. 10 ou 1 m. 20 plus haut qu'au Pont Rouge ; un faubourg est submergé ; les communications avec Narbonne coupées, les lignes électriques détruites ; l'usine thermique de secours envahie par les eaux. Dans la plaine de Béziers, l'Orb s'étend sur les terres basses transformées en une nappe liquide, à laquelle succède une nappe de boue. Les inondations de la basse vallée de l'Orb vont rejoindre celles de l'Aude dans la plaine de Vendres, de Coursan, puis de Narbonne, où elles couvrent un vaste territoire allant de la Clape du côté de la mer à Sallèles, en amont. La route nationale qui traverse la plaine, la grande ligne de chemin de fer Sète-Bordeaux, éprouvent de graves dégradations.

L'*Aude* n'a pourtant reçu des Pyrénées qu'un flot assez modéré. Son affluent, l'Orbieu, descendu des Corbières, a eu il est vrai une crue exceptionnellement forte et a participé à l'inondation de la plaine inférieure de l'Aude. Mais l'Aude elle-même n'a pas dépassé 3 m. à l'échelle du pont de Limoux, au sortir de la montagne (1891 : 7 m. 20) ; à Carcassonne, elle n'a atteint le 3 mars que 4 m. (1891 : 7 m. 78). C'est donc de la Montagne Noire et de ses abords méridionaux que lui sont arrivées les eaux qui l'ont obligée à sortir de son lit. Le Fresquel, grossi de nombreux ruisseaux descendant des premières pentes vers la Montagne Noire, coulait à pleins bords. L'Argentdouble, la Cesse, le Clamoux, devenus furieux, ont dévasté leurs rives. L'*Orbiel*, surtout, qui recueille ses eaux sur la montagne même, a eu une montée foudroyante le dimanche 2 mars. De petits ruisseaux, insignifiants à l'ordinaire, faisaient barrage sur la rivière principale, tel le Grésillon qui, en aval de Lastours, a obligé l'Orbiel à se frayer un passage sur la rive opposée à travers des prairies et des jardins, pour longtemps ruinés. Le réseau aquifère souterrain éclatant par places, a déterminé des arrachements et des glissements de terrain. Les dégâts ont été considérables ; au Mas-Cabardès, une soixantaine de maisons ont souffert ou ont été détruites tant par l'Orbiel que par le ruisseau des Douilhols. Aux Ilhes, deux maisons ont été éventrées ; à Lastours, quatre ont été détruites, ainsi qu'une usine de draps. Les cultures et les vergers du fond de la vallée ont souvent disparu sous des amas de sables et de galets ; les ponts et les passerelles ont été enlevés, la route coupée en plusieurs points, la voie du tramway de Lastours a été arrachée sur plusieurs centaines de mètres et portée en un point sur la rive opposée. A son arrivée dans la plaine de l'Aude, la voie ferrée de Carcassonne à Caunes a été sérieusement détériorée et à Trèbes le canal du Midi s'est trouvé rompu...

Et cependant, si impressionnant que soit le bilan des dégâts commis par les rivières du versant méditerranéen, si exceptionnelles que

Fig. 7. — La plaine du Tarn couverte par les eaux avant Montauban.

soient leurs crues, rien n'est ici tout à fait comparable à l'ampleur tragique des inondations du versant atlantique.

2. *Les crues du versant atlantique.* — C'est également de la région sud-occidentale du Massif Central que sont venus les flots qui ont dévasté les plaines aquitaines.

La *Dordogne* et le *Lot* n'ont eu, en effet, que des crues relativement modérées. La Corrèze, sans doute, est sortie de son lit, d'ailleurs peu encaissé à Brive ; la Vézère a submergé sa basse vallée. Avec l'appoint des eaux tombées sur le Causse de Gramat, la Dordogne a connu une crue point négligeable, mais nettement inférieure à la plupart de celles que lui valent les pluies atlantiques.

Le Lot, de même, n'a pas connu les montées excessives qu'il avait enregistrées en d'autres temps. A Mende, sa crue ne dépassa 2 m. que de peu ; à Espalion, il n'atteignit que 1 m. 90 au-dessus de l'étiage ; à Entraygues, 4 m. 40 (8 m. 10 en mars 1927 ; 10 m. 50 en octobre 1868). En aval, il est vrai, à la traversée de la zone de très forte pluviosité que nous avons indiquée, il devint plus menaçant avec 6 m. 46 à Cahors, 8 m. 80 à Villeneuve (13 m. 60 en mars 1927), et les 1.900 m.c. qu'il allait apporter à la Garonne contribuèrent à donner à la crue du bas fleuve sa magnifique ampleur.

Tandis que la Dordogne et le Lot en restaient ainsi à des crues modérées, ce qui se passait dans le bassin du Tarn allait défier l'imagination. Sur les trois branches principales de ce réseau : Agout, Tarn, Aveyron, les eaux montant avec une violence peut-être sans précédent, un terrible drame allait se jouer.

Le *Tarn supérieur* a souvent de terribles colères, presque toujours provoquées par des pluies méditerranéennes. Cette fois, leur faible extension à l'Est a fait que la rivière ne s'est élevée à Millau, où elle a pourtant déjà reçu la Dourbie, qu'à 6 m. 70 (10 m. 30 en 1875). Mais voici que lui arrivent les eaux du plateau de Camarès, qui s'est trouvé couvert par les terribles averses du 1er-3 mars. Le Dourdou (6 m. à Vabre), la Sorgues, le gonflent brutalement.

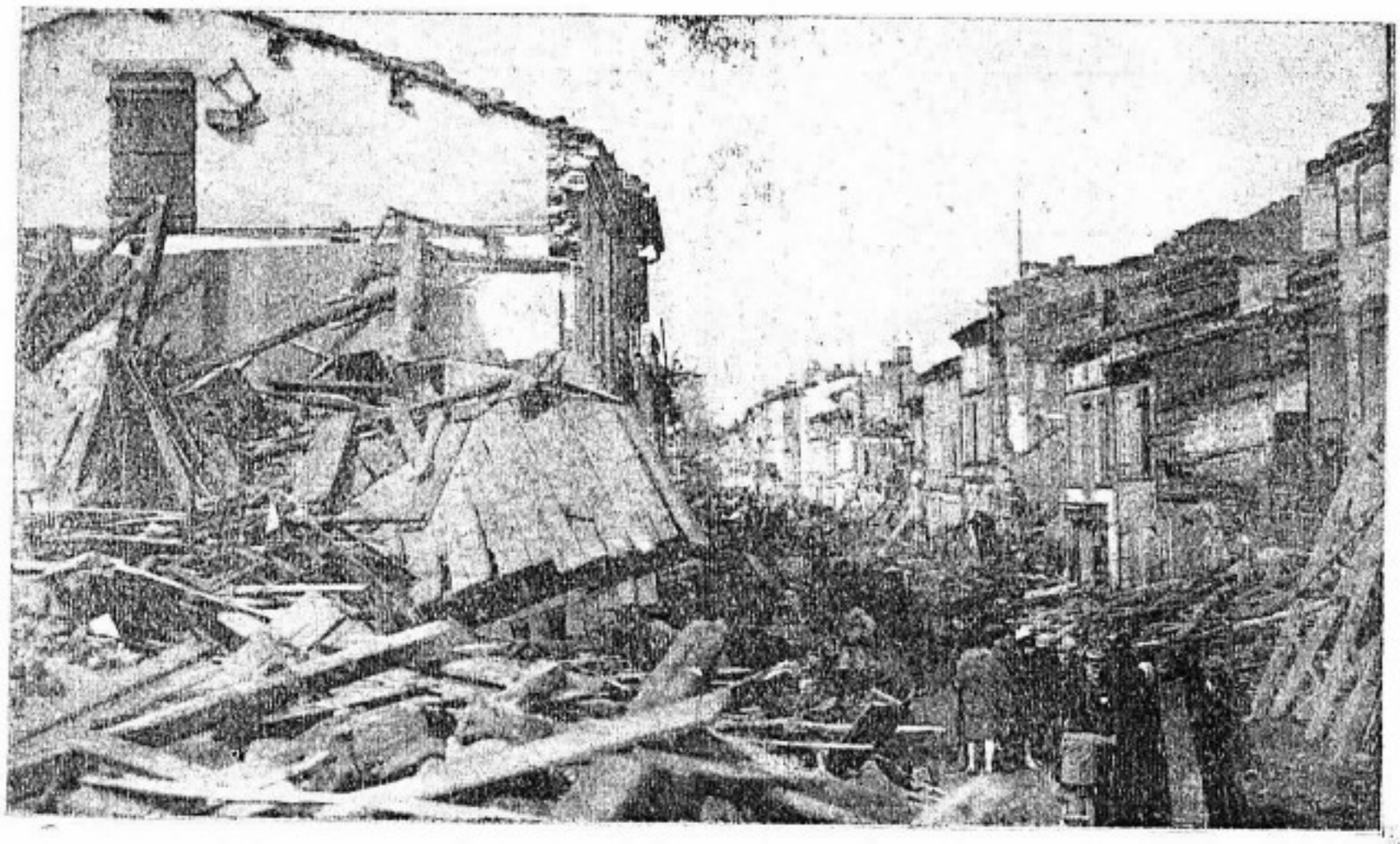


Fig. 8. — Montauban. — Le Faubourg Sapiacon, en très grande partie détruit (*Cliché Bouzin*).

Le Rance, qui lui apporte des eaux rougies par les marnes permiennes, a eu une crue plus modeste, mais sérieuse.

A ces eaux se sont ajoutées le long de la vallée du Tarn, principalement dans la traversée du Rouergue, celles qui ruisselaient de toute part sur les pentes, et qui remplissaient les plus petits bassins. Au moment de franchir le Saut-de-Sabo, le Tarn était déjà furieux. Le samedi 1er mars, à 18 heures, la crue à peine annoncée de Trebas arrivait à Saint-Juéry ; le 2, à 20 heures, elle atteignait un premier maximum, puis, après une légère baisse, remontait dans la soirée du 3 à plus de 8 m. au pont d'Arthès. Des maisons détruites à Fabas, aux Avalats, à Arthès ; des parties de routes emportées ; des pylônes supportant les lignes de force électrique couchés sur le sol ; des dégâts matériels considérables aux usines de Saint-Juéry : c'était le prélude de plus grands malheurs.

A Albi, la crue se développe sur un rythme semblable. Le 2, à minuit, elle atteint 8 m. 70 ;

à 7 heures, le Tarn ne cote plus que 8 mètres ; mais les pluies du 3 provoquent une nouvelle montée et les eaux ayant peine à passer sous le vieux pont gothique atteignent, à 21 heures, la cote de 9 m. 10. En ce point déjà, le Tarn a dépassé toutes les crues du XIXe siècle et il faut remonter à novembre 1766 pour le trouver à un niveau plus élevé, 11 m. 90. Plus en aval, à Gaillac, mêmes constatations. Le flot monstrueux atteint le premier étage des maisons établies le long de la rivière et, vers 7 heures, le 3, la crue est à 13 m. 90 à l'échelle du pont (cote très voisine de celle de 1766). Le Tarn roule alors plus de 3.500 mc. d'eau et, pendant

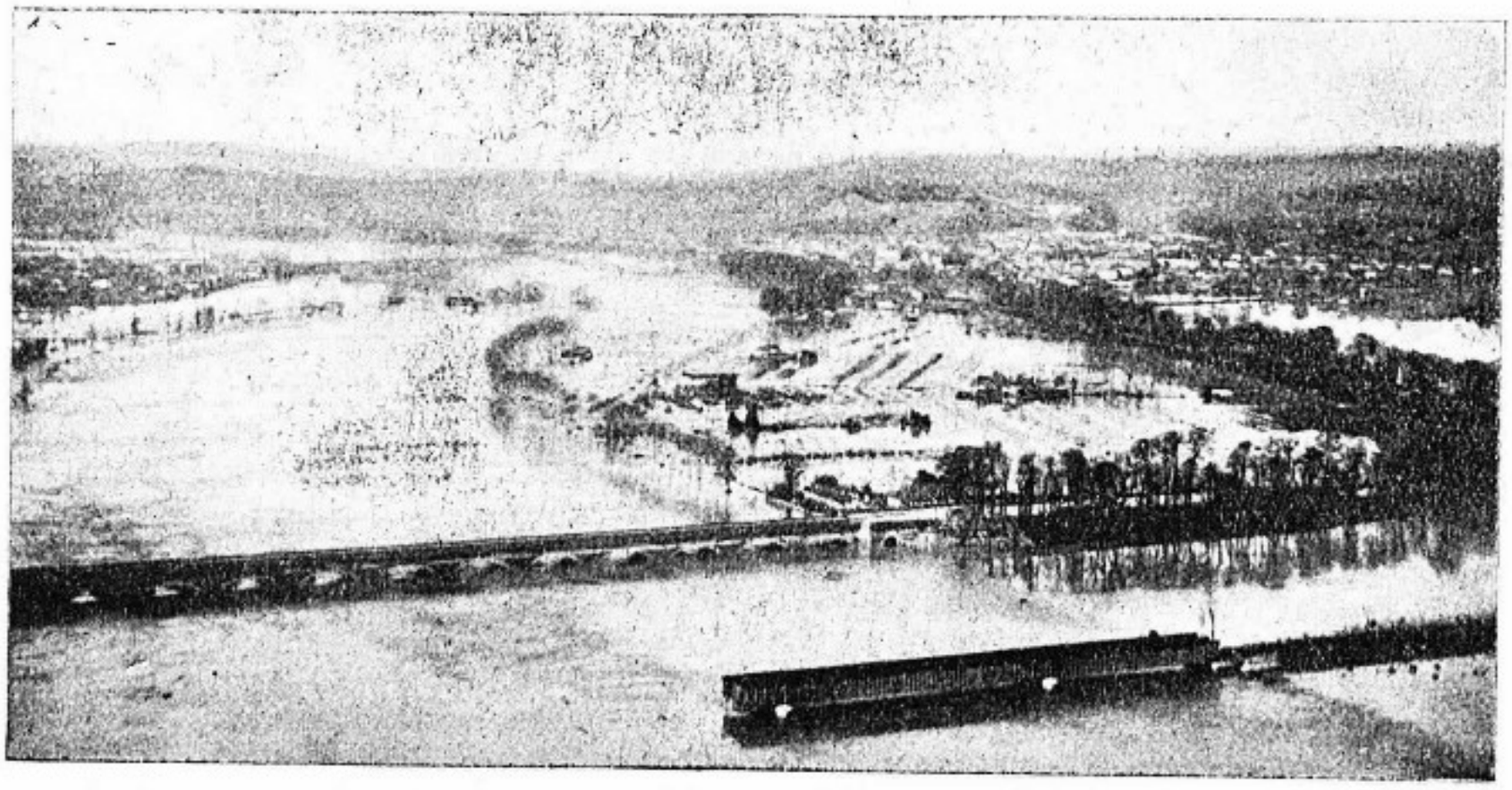


Fig. 9. – Les abords de Moissac pendant la crue. Au premier plan, le pont du chemin de fer (pont Cacor) coupé par la violence du courant et l'effondrement des piles. Au second plan, le pont du canal. (*Photo Cie Générale Aéropostale.*)

24 heures environ, son débit n'a pas été inférieur à 3.000 m. sec.

A quelque 25 km. de là, près de Saint-Sulpice, la crue du Tarn allait se souder à celle de l'*Agout*, plus terrible encore. Le bassin de celui-ci est tout entier compris, en effet, dans la zone des terribles pluies du début de mars. Déjà sérieusement gonflée sur le plateau de La Salvetat, la rivière, en approchant de Castres, reçoit de toutes parts un déluge. A Roquecourbe, la crue se maintient 24 heures durant à 7 m. au-dessus de l'étiage. A Castres, où elle doit s'étrangler entre deux files de maisons et de quais, la rivière surmonte les ponts, va couler dans les rues de la rive gauche, arrive à atteindre 7 m. 35 à 1 heure du matin. Quelques maisons éventrées le long de son cours, un grand nombre fléchissant sur leurs bases détrempées, tout un lot de mauvaises constructions s'écroulant près du confluent de la Durenque, grossie elle-même et refoulée par l'Agout, des usines envahies par les eaux, des chômeurs par centaines, deux morts : le désastre commençait. La force monstrueuse de la rivière allait s'amplifier par l'arrivée du Thoré.

Dans la coupure profonde où il coule, le Thoré reçoit de nombreux ruisseaux descendus de la Montagne Noire et du plateau d'Anglès et, parmi eux, l'Arn et l'Arnette. Tous ont donné des quantités d'eau inimaginables. L'Arn, enfermé dans une vallée étroite, aux flancs raides, s'est précipité en trombe vers le Thoré. L'Arnette, dans sa gorge, emportants ponts, passerelles, a quitté son lit à Mazamet, coupé la route des usines. Une quarantaine d'entre elles ont été saccagées, ont enregistré plusieurs dizaines de millions de dégâts et ont été condamnées pour plusieurs semaines à l'inaction. Le Thoré, enfin, grossi démesurément, ravageant ses rives, arrive à Labruguière où il bat tous ses records à 7 m. au-dessus de l'étiage (1875 : 5 m. 20). A l'arrivée du Thoré, l'Agout grossit monstrueusement. Le pont de la Crémade, vers le confluent, à 13 m. 65 au-dessus de l'étiage, est recouvert par 20 centimètres d'eau. Le Sor arrive à son tour : il est à l'ordinaire un calme ruisseau ; ses eaux furieuses ravagent ses rives. De toutes parts, les eaux sortent des alluvions formant terrasse au-dessus de l'Agout ; elles emplissent les ravins et la rivière monte à Vielmur à 12 m. 35; l'étale dure plusieurs heures; des maisons s'écroulent; l'usine et le moulin sont dévastés. C'est maintenant un large courant aux eaux sales qui glisse vers Lavaur après avoir enlevé le pont de Viterbe. A Lavaur, le maximum dépasse 15 m. dans la nuit du 2 au 3 et quel-

ques maisons sont détruites qui, depuis longtemps, étaient venues s'installer près de la rivière. Puis le Dadou de Graulhet se joint à l'Agout et à Saint-Sulpice les eaux atteignent la cote de 19 m. 50, arrachent le tablier suspendu, buttent furieusement sur le pont du chemin de fer qui résiste, bien que ses ouvertures soient en partie obstruées par des arbres et des épaves. Saint-Sulpice, qui se croyait à l'abri sur sa terrasse, à 20 mètres au-dessus de la rivière, paye son tribut au désastre : une vingtaine de maisons sont détruites.

A quelque deux kilomètres de là, les eaux de l'Agout se joignent à celles du Tarn : c'est alors un flot combiné de deux fois 3.500 mc. environ, qui roule vers la Garonne. Malheureusement, au fur et à mesure qu'on gagne vers l'aval, les berges s'abaissent : le pont de Bessières n'est que léché par la crue, celui de Mirepoix, celui

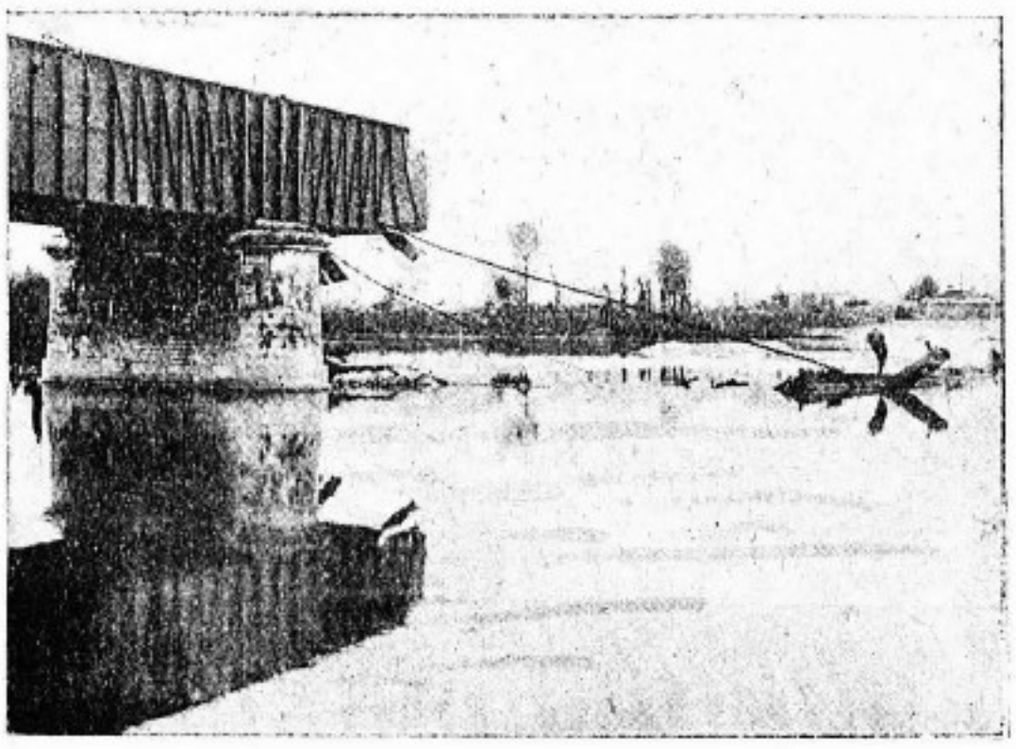


Fig. 10. — Le pont Cacor détruit par la crue du Tarn. (*Cliché Bossuge.*)

de Layrac, celui de Villemur sont emportés. En ce point où les eaux avaient atteint 2 m. 35 en 1875, 13 m. 45 en 1766, le Tarn se hausse à 14 m. 55 au-dessus de l'étiage. Plus de 100 maisons du village s'effondrent, 6 personnes trouvent la mort. Reyniès, en aval, est rasé : son église et l'école seules restent debout au milieu des ruines de plus de 125 maisons ; 14 personnes sont victimes du désastre ; le hameau de Moulis a le même sort.

Les eaux enfin arrivent à Montauban. La plus grosse partie de la ville est construite sur la rive droite qui domine de haut la rive concave d'une courbe de la rivière. Mais un peu en amont, de l'autre côté d'un petit affluent du Tarn, s'étend à un niveau inférieur le faubourg de Sapiac ; en face de la ville, sur la rive gauche, s'étale de même une agglomération qui finit en rue le long de la route de Toulouse. Dès le 3 au matin la rivière ayant dépassé 9 m. au-dessus de l'étiage, les eaux couvraient un vaste espace au delà de la voie ferrée vers le Sud. Les eaux atteignirent 11 m. 40 à 18 heures et jusqu'au lendemain à 9 heures du matin conservèrent une cote supérieure à 11 m. Trente-deux heures durant leur niveau excéda 10 m. Dans les faubourgs inondés, les maisons construites comme en amont, en briques crues, s'affalèrent, leur pied ayant fondu. Cette fois, c'était la catastrophe : 570 maisons écroulées, 28 victimes ! Les ruines s'accumulent en aval, à Montbeton, à Albefeuille-Lagarde (96 maisons détruites, 7 victimes), à Villemade (82 maisons écroulées). Et c'est alors qu'arrive l'Aveyron.

L'*Aveyron* supérieur, comme le Tarn supérieur, comme le Lot, n'avait éprouvé qu'une crue relativement modérée. A Rodez, l'étale se maintint très longtemps, mais le maximum ne dépassa pas 3 m.60. A Villefranche, déjà entrée dans la zone des plus fortes pluies, la rivière eut une poussée plus vive. En aval, le Viaur, plus gonflé qu'il ne le fût jamais depuis au moins un siècle, lui apporte un flot tumultueux ; l'Aveyron dépasse 8 m. à Laguépie, et grossie encore du Cérou, de mille ruisseaux gorgés à refus, elle enlève le pont de Fenayrols. La Bonnette gronde de son côté au pied du Causse de Limogne dont toutes les sources donnent à plein : Saint-Antonin, au confluent, est cruellement éprouvé. Les eaux s'engagent alors dans un canion où la voie ferrée presque seule trouve sa place. Le viaduc de Borne résiste, mais il est largement surmonté, à plus de 13 m. de hauteur au-dessus des basses eaux ; le pont de Cazals est détruit. Au débouché de cette gorge, à Montricoux, la crue atteint 12 m. à 10 h. 1/2 le 3; toute la plaine de Bioule, Nègrepelisse, Réalville, Albias, est couverte par un flot jaunâtre qui ravine les champs, emporte les remblais des voies ferrées, détrempe les murs des maisons dont près de 200 s'écroulent.

Plus de 2.000 mc. d'eau renforcent le *Tarn* à la pointe d'Aveyron et ainsi 8.000 mc. environ passent à la seconde devant les villages terrifiés. Sous ce déluge, hameaux, fermes isolées, routes, chemins, voies ferrées, tout est détruit et la longue liste des morts s'allonge.

Mais voici que le Tarn se rapproche de Moissac, construit sur la rive droite. La partie ouest de la ville, le quartier Sainte-Blanche est à peine au-dessus de la basse plaine, mais deux digues la défendent, parallèles au remblai du chemin de fer qui, lui-même, venant de la rive gauche, traverse la rivière sur un robuste pont métallique, le pont Cacor. Le canal du Midi fait de même sur un pont-canal, et son remblai soudé aux digues, achève la fermeture du passage possible des eaux. D'autre part, le lit du Tarn s'élargit à 250 m. et les crues y sont moins élevées qu'à Montauban. Toutes ces circonstances donnaient aux habitants une fausse sécurité. Le 3,

le Tarn avait atteint son niveau des très fortes crues et, traversant le remblai de la voie ferrée ses eaux montaient lentement le long de la digue. Vers le soir, les eaux pénétraient dans l'espace entre les deux digues, cependant que le remblai du chemin de fer était percé de trois larges brèches. Entre 23 heures et minuit, le drame s'achève : le pont Cacor, miné, s'écrase, l'énorme flot qu'il retenait se précipite sur Moissac, emporte ce qui reste des digues, monte à

Enfin, les eaux du fleuve, renforcé par les 2.000 mc. qui lui arrivent du Lot, couvrent la plaine de Tonneins et de Marmande, noient les champs devant Couthures, depuis les collines de la rive droite jusqu'aux terrasses de la rive gauche, isolent plusieurs jours durant les fermes et les hameaux, passent devant La Réole à la hauteur du premier étage des maisons (10 m. 70 le 6, à 1 heure), vont enfin se perdre dans la Gironde, pendant que les habitants de

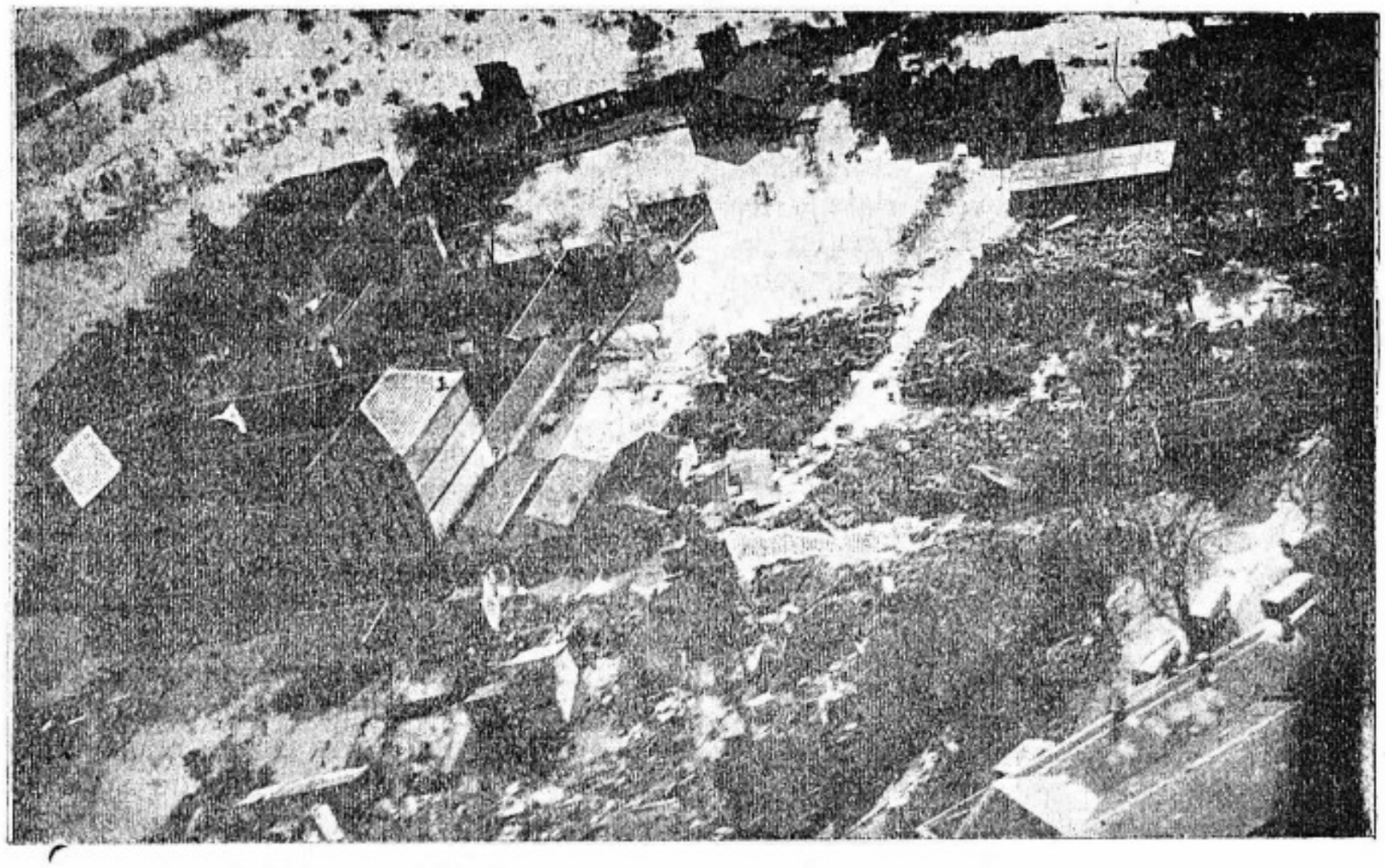


Fig. 11. — Un quartier d'Agen détruit par l'inondation de la Garonne.

plus de 9 mètres, couvre le quartier Sainte-Blanche, le réduit comme le quartier Saint-Benoît à l'Ouest, en une masse informe au-dessus de laquelle, des semaines durant, se tordent des charpentes : 646 maisons avaient été détruites, 120 personnes avaient trouvé la mort.

La *Garonne* qui, en amont du confluent du Tarn, n'avait presque pas bougé (300 mc. sec. seulement de débit), va connaître en aval une de ses plus fortes crues, tout à fait comparable à celle de 1875, restée fameuse à tant de titres. Les eaux vont pouvoir s'étaler largement, couvrir les basses plaines et s'écouler lentement, comme dans un immense estuaire. A Malauze, à Lamagistère (où le pont est emporté), à Layrac, où arrive le Gers, les niveaux de 1875 sont presque atteints. A Agen, les eaux pénètrent dans la ville dès l'aube du 4, et, vers midi, circulent partout, en dehors de la partie centrale, plus élevée. Les maisons, mieux construites qu'en amont, restent debout, mais les dégâts intérieurs sont graves.

toute l'immense zone sinistrée commencent à remuer les décombres pour retrouver leurs morts et faire le bilan terrible de leurs pertes.

III. — Conclusions. Remèdes. Précautions.

Au terme de ce long et sinistre tableau des événements de mars, — bien trop insuffisant pour qu'il ait toute précision scientifique — on voudrait esquisser celui des précautions à prendre pour l'avenir et suggérer s'il est possible des remèdes capables d'éviter le retour des catastrophes.

Et d'abord, il faut, hélas ! se persuader que des crues toutes semblables ont eu lieu déjà dans le passé. Pour ne parler que du Tarn, on en pourrait dresser une longue liste sans remonter au delà du XVIII^e^ siècle : celles de 1766, de 1772, de 1807, de 1826, de 1875 sont particulièrement célèbres dans les annales de l'hydrologie française. Sur la Garonne, les désastres passés ne se comptent pas et celui de 1875, qui a tout éclip-

sé, à cause du nombre effroyable des victimes toulousaines, ne fut qu'un épisode d'une funèbre histoire. Sans qu'il y ait lieu, fort heureusement, d'entrevoir la possibilité d'une conjonction de crues d'origine pyrénéenne et de crues provenant du Massif Central — les conditions météorologiques qui les engendrent respectivement semblent bien s'exclure, — il faut tenir pour assuré que les maxima de mars 1930 peuvent être dépassés. A supposer qu'on puisse cependant trouver des remèdes efficaces pour prévenir le retour de ces crues catastrophiques, comme il ne se peut pas que ces remèdes produisent leurs effets avant quelques années — ou quelques décades — il faut prendre tout de suite des précautions : à l'inclémence des forces naturelles, ne doit pas s'ajouter l'imprévoyance paresseuse ou criminelle des hommes.

Ce qui s'impose à l'évidence, c'est que la reconstitution des régions dévastées s'accomplisse suivant un plan rationnel qui tienne compte des effets des eaux montant aux hauteurs que nous avons dites et même au delà. Des maisons, partout construites en matériaux durs et, chaque fois qu'il se peut, hors de l'atteinte des crues les plus fortes, c'est la première précaution à prendre : des dizaines de vies humaines eussent été épargnées en mars si tant de maisons détruites n'avaient pas littéralement fondu.

On pourrait penser, pour les basses plaines, à une protection par des digues. Mais l'exemple de Moissac en montre le danger ; de tels barrages sont précaires lorsque les étales sont trop prolongés et, lorsqu'il s'agit de fleuves constructeurs comme est la Garonne, au moins dans certains secteurs, les digues dites insubmersibles ne peuvent pas être construites sur de trop longues distances : mieux vaut faire sa part à l'eau, en provoquer et en diriger le débordement ; à ce prix, les inondations peuvent avoir des effets favorables qui balanceront largement les pertes inévitables.

En second lieu, il est indispensable que l'écoulement des eaux soit facilité : les ponts solides, certes, mais largement ouverts ; les barrages (et l'on n'imagine pas leur nombre le long de toutes les rivières du Sud-Ouest) rendus mobiles partout ; la traversée des villes et des villages, plus largement aménagée et défense faite, au nom de l'intérêt public, d'empiéter sur le lit normal des cours d'eau ; les profils du fond rocheux régularisés quand besoin est, des confluences rendues moins dangereuses par des travaux appropriés qui évitent le maintien prolongé des étales.

Ces précautions prises, qui s'imposent d'urgence, on souhaiterait une réorganisation totale du service d'annonce des crues. Certes, avec les moyens dont ils disposaient, les ingénieurs ont fait largement leur devoir et leur compétence est hors de conteste. Mais leur service ne dispose que de moyens imparfaits. Les recherches hydrologiques, faute de personnel, sont virtuellement suspendues et les barèmes de débits et de hauteurs de crues, pour un réseau aussi complexe que celui du Tarn et de la Garonne, auraient besoin d'être constamment repris et mis à jour. D'autre part, il serait précieux de pouvoir souder intimement l'observation pluviométrique, celle des coefficients d'écoulement au service de l'annonce des crues. Or, le réseau des postes météorologiques est tout à fait insuffisant et pourvu d'un personnel dévoué, mais chichement payé. Il faut l'ajuster aux besoins et aux possibilités scientifiques, substituer aux Commissions départementales une organisation régionale, bref essayer de comprendre et de prévoir.

Il est vrai que toutes ces précautions paraissent bien inutiles à ceux qui croient possible d'éviter à tout jamais le retour de crues du genre de celles dont nous déplorons aujourd'hui les terribles effets. Le premier de ces remèdes, celui, du moins, qui, théoriquement, ne souffre pas de discussion, c'est la constructions de barrages de retenue et de bassins de débordement limités en basses eaux par des digues latérales fermées. S'il est vrai que le volume total de la crue ait dépassé sur le Tarn 1.400 millions de mc. à Montauban, 400 millions sur l'Aveyron, 2 milliards de mc. sur la Garonne, il eût fallu retenir ainsi environ 1 milliard de mc. pour abaisser de moitié les hauteurs d'eau. Mais il suffirait certainement d'en retenir beaucoup moins pour enlever aux crues leur pointe dangereuse, surtout si, jouant convenablement de la fermeture et de l'ouverture des organes de retenue, on réussissait à éviter aux confluences la rencontre des maxima.

Naturellement, ces idées ont besoin d'être mises au point par des techniciens et l'on doit d'abord rechercher des emplacements convenables pour ces barrages et ces bassins de retenue. Il faut, d'autre part, envisager l'ordre des dépenses à engager et étudier la manière dont de tels aménagements s'accorderaient avec l'utilisation des cours d'eau pour la production de la force électrique. De toute façon, la question peut être rapidement mise au point et il convient qu'elle le soit pour qu'un plan général de défense soit tout de suite élaboré.

Il ne nous reste plus à donner que quelques indications sur le rôle que pourrait jouer le reboisement dans cette organisation défensive. Pour beaucoup, les crues de mars n'auraient eu ni la même brutalité ni la même ampleur si les montagnes d'où sont venues les eaux dévastatrices avaient été couvertes de bois. Pourtant, il nous faut bien observer que la Montagne Noire, les Monts de l'Espinouse, le Saumail, les monts de Lacaune ne sont pas des montagnes nues. Leur taux de boisement est

souvent supérieur à 20 o/o (France 18 o/o), ce qui est honorable, et il n'est pas très sûr qu'on puisse l'augmenter beaucoup sans vider du même coup ces régions de leur population, qui vit surtout de l'élevage. D'autre part, on peut observer que la bande des pluviosités maxima enregistrées en mars coupe indifféremment régions boisées ou non, et que dans ce territoire tout ne pourrait être repris par la forêt. Aussi, à supposer les bois capables d'éteindre de telles crues, leur action sera forcément limitée comme leur extension même.

Au surplus, il n'est pas certain que sur un domaine plus régulièrement boisé les choses se fussent passées autrement qu'en mars. Certes, il est démontré que dans le domaine de la forêt se constitue à la longue un sol superficiel capable de conserver de grandes quantités d'eau, presque comme le ferait un bassin de retenue. Mais ce sol n'a pas une capacité d'absorption illimitée. Après un hiver pluvieux comme celui de 1929-1930, il risque toujours d'être gorgé à refus : des pluies aussi violentes que celles des 1er-3 mars continueront donc à descendre rapidement vers les vallées. Resterait que la forêt ait sur les phénomènes météorologiques une action telle que les folles averses qui s'abattent sur le rebord du Massif Central ne se produisissent plus. Personne ne le peut soutenir. Elles dépendent de situations barométriques dont les causes ne relèvent pas d'influences locales et le relief, boisé ou non, continuerait à jouer le rôle que nous avons rappelé.

Ce n'est pas dire d'ailleurs que la forêt serait inutilement reconstituée là où elle peut l'être dans le domaine hydrographique qui nous intéresse. En d'autres circonstances, elle jouerait un rôle régulateur incontestable. Elle éviterait une foule d'accidents locaux : glissements de terrain, laves torrentielles. Elle retarderait la fonte des neiges, elle régulariserait le débit des sources et le régime même des températures. Enfin, elle créerait une richesse nouvelle qui vaudrait à elle seule la peine de reboiser. Mais, quoiqu'on fasse en cette matière, il restera nécessaire de mettre en œuvre d'autres moyens pour éviter une catastrophe comme celle qui a endeuillé le Sud et le Sud-Ouest de la France. Il faut donc que sans plus tarder les administrations présentent leurs projets et qu'un vaste système de défense soit mis sur pied où remèdes et précautions seraient harmonieusement combinés pour donner à ces régions une impression de sécurité que les brutaux événement de mars leur ont fait perdre.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Novembre 1930). — *Théorie des ensembles.* 1. — M. *Georges Bouligand* donne diverses applications de la notion de contingent aux courbes de Jordan. Citons, par exemple, la suivante : lorsqu'en un point d'un ensemble ponctuel, E, situé dans un espace à n dimensions, le contingent laisse échapper au moins une direction, l'ensemble E est de mesure n-dimensionnelle nulle.

2. En appliquant cette même proposition dans l'espace ordinaire, M. *Georges Durand* montre qu'une enveloppe de sphères égales possède en chaque point un plan tangent, sauf sur un ensemble de mesure superficielle nulle.

Théorie des fonctions. 1. On sait qu'un polynome irréductible à coefficients entiers qui admet l'un des zéros d'un polynome irréductible à coefficients entiers admet également les autres zéros de ce polynome. M. *Emile Borel* montre par un exemple très simple que cette propriété ne s'étend pas aux fonctions entières à coefficients rationnels (si lente que soit supposée la croissance de ces fonctions).

2. M. *M. Lavrentieff* étudie les propriétés de la fonction $f(z)$ univalente dans le cercle $|z| < 1$, qui, dans ce cercle ne prend aucune des n valeurs données $a_1, \ldots, a_n$, et qui est telle que $f(o) = o$ et que $f'(o)$ soit réel et maximum. Cette fonction est bien déterminée et peut se construire par approximations successives.

3. M. *Julius Wolff* étudie la représentation conforme d'un demi-plan sur un domaine symétrique par rapport à un diamètre du demi-plan. Par une méthode simple, il obtient sur les propriétés-limites à l'infini de la représentation des théorèmes qui se rattachent à ceux de M. Valiron et de M. Ahlfors.

Algèbre. 1. M. *N. Achieser* envisage le polynome

$$x^n + c_1 x^{n-1} + \ldots + c_n$$

qui sur les segments $(-1, \alpha)$ et $(\beta, 1)$ a le plus petit maximum de module parmi les polynomes analogues; et, en se servant des fonctions elliptiques, il obtient l'expression asymptotique de ces polynomes.

2. Dans une seconde Note, il étudie la représentation approchée des polynomes

$$\sigma_0 x^n + \ldots + \sigma_l x^{n-l}$$

par des polynomes de degrés $n-l-1$; la meilleure approximation, ε, a été indiquée par M. S. Bernstein; l'Auteur détermine l'expression asymptotique de ε^n et l'ordre de l'erreur commise en adoptant cette expression.

(Analyse, 12). Dans une troisième Note, l'Auteur étudie de même la meilleure approximation d'une fonction rationnelle par des polynomes de degré n sur le segment $(-1, +1)$ et il précise à ce sujet un résultat de M. S. Bernstein.

3. Soient k un corps algébrique, K un sur-corps galoisien de k, et $\mathfrak{p}$ un idéal premier de K; soient encore $\bar{K}$ un sous-corps de K, sur-corps de $\bar{k}$ et $\bar{\mathfrak{p}}$ l'idéal premier de K qui est divisible par $\mathfrak{p}$. M. *J. Herbrand* détermine les groupes de ramification de $\bar{\mathfrak{p}}$

Analyse. — 1. M. *Henri Dumas* généralise un théorème

de M. Mandelbrojt sur les points singuliers d'une série de Dirichlet.

2. M. *Mandelbrojt* utilise une méthode qu'il a donnée récemment, et obtient de nouveaux résultats sur les singularités des séries de Dirichlet.

3. En partant de résultats dus à M. Dœtsh, M. *Nikola Obrechkoff* obtient une généralisation de la méthode de sommation exponentielle de M. Emile Borel.

4. Les causes qui déterminent un point de Peano pour une équation $y'=f(x, y)$ paraissent très obscures; aussi Mlle *Mœrie Charpentier* s'en tient aux conditions d'unicité concernant $|f(x, y_1)-f(x, y)|$ et, s'appuyant sur ses résultats antérieurs, elle résume dans un énoncé de forme générale les critères d'unicité ou de contact d'intégrales limites obtenus jusqu'ici.

5. M. *Rolf Nevanlinna* se propose de déterminer toutes les fonctions analytiques qui admettent comme seuls éléments singuliers un nombre fini d'éléments logarithmiques. Après avoir posé le problème d'une manière précise, il obtient comme solutions du problème les intégrales d'une équation

$$\frac{z'''}{z'}-\frac{3}{2}\left(\frac{x''}{x'}\right)^2=P(x)$$

où $P(x)$ est un polynome. Ce résultat remarquable lui permet de résoudre un problème qu'il avait posé récemment au sujet des fonctions méromorphes.

6. La détermination des coefficients du développement en série de Taylor autour de $x=0$, d'une fonction $f(x)$ dont les moments sont donnés dans $(0,1)$ fournit en général des séries divergentes. En utilisant les polynomes orthogonaux relativement au noyau $1 : 1-x\,y$, M. *J. Delsarte* parvient à des séries absolument convergentes.

7. M. *Jos. Kaucky* donne un exemple simple qui met en défaut un théorème énoncé récemment par M. Romanovsky sur les valeurs limites de probabilités.

8. Désignant par

$$S_m(x)=a_0+\sum_1^m\left(a_k\cos kx+b_k\sin kx\right)$$

une série limitée de Fourier correspondant à $f(x)$ (avec $|f(x)|<1$), M. *Serge Bernstein* montre que

$$f(n)=\lim\frac{1}{2}\left[S_m(x)+S_m\left(x+\frac{2\pi}{2m+1}\right)\right]$$

Partant de là, et d'un résultat de forme plus générale, il obtient une nouvelle méthode pour établir l'ordre exact de la meilleure approximation de $|x|$.

9. En se servant de la notation des matrices, M. *Gr. C. Moisil* forme des équations aux dérivées partielles qui généralisent celles de Cauchy pour les fonctions monogènes. Il généralise également des formules dues à M. Pompeiu.

10. A la série

$$(1)\qquad \sum_0^\infty a_n R_n(Z)$$

où $R_n(Z)$ désigne l'itérée d'ordre n de la fonction rationnelle $R(Z)$, M. *Gaston Julia* associe les séries

$$\sum_0^\infty a_n z_n \text{ et } a_n z^{p^n}$$

où p est un entier positif. En utilisant les valeurs des rayons de convergence de ces deux dernières séries, il obtient une discussion précise de la convergence de la série (1) dans le domaine des points attractifs ou indifférents de la fonction $R(Z)$.

11. Généralisant une propriété des polynomes orthogonaux classiques, M. *Jacques Chokhate* montre qu'il y a une infinité de systèmes de polynomes orthogonaux qui vérifient une équation différentielle du second ordre. Il obtient ainsi des polygones ultra-elliptiques correspondant à un intervalle fini.

13. M. Mordell a utilisé la formule de Poisson pour établir une relation entre ζs et $\zeta(1-s)$; M. *Mandelbrojt* emploie la même formule, mais d'une manière différente, pour obtenir des relations entre les séries de Dirichlet (ces relations généralisant d'ailleurs celles de la fonction ζs).

Géométrie. 1. M. *Paul Delens* donne différentes applications de ses récents résultats à la théorie des fonctions analytiques, et à l'étude des congruences isotropes et des surfaces minima.

2. M. *E. Halphen* indique pour les quartiques planes de genre 1 un invariant projectif différent de l'invariant classique. Il étend cet invariant aux cônes contenant la quartique et montre que l'invariant reste constant pour tous les cônes contenant une biquadratique Σ et dont le sommet se déplace sur une quadrique contenant Σ.

Géométrie infinitésimale. M. *Marcel Vasseur* recherche les congruences de normales attachées à une surface S qui restent congruences de normales quand S se déforme d'une manière quelconque. Il obtient pour ce problème deux sortes de solutions différentes.

Hydrodynamique. Reprenant le problème qu'il a posé récemment, M. *R. Mazet* précise la position des tourbillons dans le cas où chaque paroi est formée par une ligne brisée de n côtés terminée par deux demi-droites non forcément parallèles à l'axe de symétrie. Puis, il définit la stabilité des tourbillons et montre qu'elle est réalisée dans un cas traité comme application.

Cinématique appliquée. M. *F. E. Myard* combine deux cardans généralisés pour obtenir un joint qui présente une plus grande latitude dans l'amplitude des variations angulaires tout en conservant une faible obliquité des axes d'entrée et de sortie .

Astronomie. 1. M. *J.-Ph. Lagrula* discute l'erreur commise dans la comparaison des clichés quand on assimile l'homologie à l'homographie linéaire. Il montre que dans certains cas, on peut sortir du cercle d'assimilation licite de ces deux transformations.

2. Dans la détermination des orbites de planètes éloignées, il peut ariver que l'erreur des observations soit assez grande par rapport à la variation des coordonnées dans l'intervalle de temps envisagé. M. *N. Stoyko* étudie les corrections à apporter à ces observations.

Théorie des quanta. M. Ruark, puis MM. Flint et Richardson ont établi les relations d'indétermination en s'appuyant sur des hypothèses qui n'ont pas été encore justifiées. M. *G. Watagrin* montre qu'on peut s'affranchir de cet inconvénient en utilisant la méthode d'analyse des expériences réalisables, employée par MM. Bohr et Heisenberg.

Electronique. A l'aide de la fonction de distribution de Fermi, M. *L. Goldstein* représente le potentiel atomique par une formule dont le premier terme fournit l'interaction atomique des électrons entre eux et avec le noyau, tandis que le second représente grossièrement l'échange des électrons.

Calcul des probabilités. 1. Etant donnée une suite de grandeurs éventuelles $x_1, \ldots, x_n, \ldots$, mutuellement indépendantes et d'espérances mathématiques $E(x^n)$ nulles, M. *A. Kolmogoroff* montre que cette suite est assujettie à la loi forte des grands nombres de MM. Cantelli et

Khintchine si les E (x_n^2 si la série) existent et $\sum_1^\infty \frac{E(x_n^2)}{n^2}$ converge.

2. Si une série d'expériences indépendantes donnent à un événement une probabilité α et si les fréquences de l'événement sont β_1, ..., β^n, ..., les grandes valeurs de $\beta_n - \alpha$ sont comparables à

$$\sqrt{\frac{\alpha(1-\alpha)}{n}}\varphi(n)$$

$\varphi(n)$ étant une fonction indéfiniment croissante, qui, comme le montre M. *Paul Lévy*, est de l'ordre de grandeur de $\sqrt{2 \log \log n}$

René Garnier.

Astronomie

Observation de la couronne solaire en dehors des éclipses. — Les éclipses du Soleil nous ont appris depuis longtemps que l'astre que nous sommes habitués à voir sous la forme d'un disque éblouissant est entouré d'une atmosphère lumineuse qui est rendue invisible dans les circonstances ordinaires par l'éclat du disque et par la brillance de l'atmosphère terrestre. Ces régions extérieures au disque comprennent une partie basse de teinte rosée, le chromosphère, traversée par des jets lumineux, les protubérances, et une sorte de gloire blanchâtre, la couronne, beaucoup plus étendue. L'observation de la chromosphère et de la couronne a formé jusqu'à présent le but essentiel des observations d'éclipses du Soleil. Mais la durée des éclipses est si courte que malgré tous les efforts dépensés nos connaissances sur ces phénomènes sont encore bien restreintes, tout au moins sur la couronne. Et cependant les répercussions des phénomènes solaires sur la vie terrestre sont d'une telle importance que l'on ne peut prévoir le parti que nous pourrions tirer d'une connaissance plus approfondie de la chromosphère et de la couronne et des perturbations que le rayonnement solaire y fait naître.

La recherche de procédés pouvant rendre possibles leurs observations en dehors des éclipses est une des grandes préoccupations des astronomes. Ce problème a été résolu pour la chromosphère et les protébérances par une méthode qui a immortalisé les noms du Français Janssen et de l'Anglais Lockyer. Les protubérances sont des vapeurs incandescentes. Celles qui débordent du disque solaire et que nous observons pendant les éclipses, nous envoient un spectre de raies brillantes. En temps ordinaire, la lumière de l'atmosphère terrestre qui se superpose à la leur les efface. Cette lumière atmosphérique donne un spectre continu. Janssen et Lockyer eurent l'idée de diminuer son influence en la dispersant avec un spectroscope. Si l'on place la fente du spectroscope largement ouverte au bord du limbe solaire, le spectre continu donné par l'atmosphère terrestre s'étale et s'affaiblit, les raies brillantes formées par les protubérances s'écartent les unes des autres, mais conservent leurs intensités propres qui peut alors surpasser la brillance affaiblie du spectre atmosphérique; les protubérances deviennent visibles. Le spectre de la couronne comprend un spectre continu et quelques raies brillantes, principalement une raie verte et une raie rouge. La méthode de Janssen et Lockyer qui réussit avec les raies très intenses de la chromosphère échoue dans les conditions d'observation habituelles avec les raies plus faibles de la couronne.

La lumière du fond du ciel qui domine celle de la couronne est, en réalité, de la lumière diffusée par l'atmosphère terrestre. Aussi un procédé plusieurs fois tenté pour la photographie de la couronne en dehors des éclipses, consiste à s'adresser pour cette photographie aux radiations qui sont le moins diffusées par l'atmosphère, aux radiations de grandes longueurs d'onde. Les résultats obtenus sont encourageants, mais non concluants. Il est probable que l'on arrivera au but par cette voie lorsque l'on essaiera de l'appliquer dans une station à haute altitude.

M. Bernard Lyot, astronome à l'observatoire de Meudon, vient de résoudre le problème en mettant en œuvre une autre méthode physique, la polarimétrie, et en faisant ses observations dans une station à haute altitude, l'observatoire du Pic du Midi, où le ciel est si pur que fréquemment sa brillance ne subit au voisinage du Soleil aucune augmentation sensible.

En employant un objectif de 4 centimètres de diamètre et en masquant l'image du Soleil avec un disque métallique qui la dépassait de 30″ environ, M. Lyot pouvait examiner, directement à l'oculaire, les alentours immédiats du Soleil sans être ébloui. Dans ces conditions, les protubérances étaient visibles sans le secours du spectroscope, et même sans l'interposition d'aucun écran coloré. Elles apparaissaient avec la teinte rosée qu'elles présentent pendant les éclipses. A l'aide d'un écran rouge on pouvait les observer sur un ciel très foncé et voir de fins détails, malgré la petitesse de l'ouverture utilisée. Mais si la faible lumière diffusée dans l'atmosphère au Pic du Midi ne domine pas la lumière chromosphérique dans les conditions où s'est placé M. Lyot, elle est encore trop intense pour que la couronne puisse s'apercevoir directement.

Pour déceler la couronne, M. Lyot a employé deux méthodes. Il a d'abord mis à profit le fait que la polarisation de la lumière de l'atmosphère terrestre, passant par un maximum à 90° du Soleil, est indécelable au voisinage du Soleil, tandis que la polarisation de la lumière coronale peut être notable. A l'aide du polarimètre qu'il a combiné pour ses études de la surface des planètes, et qui, permettant de déceler une proportion de lumière polarisée de l'ordre du millième, est assurément le plus sensible qui existe, il a mesuré la proportion de lumière polarisée dans le voisinage immédiat du Soleil. Cette proportion, nulle au-delà de 6′ du bord, augmentait rapidement vers le Soleil, puis restait constante. Elle était d'autant plus forte que le ciel était plus transparent; au contraire, le passage de nuages même très légers la rendait insensible. Le plan de polarisation paraissait radial. Cette polarisation n'est d'origine ni atmosphérique, ni instrumentale. C'est bien la polarisation de la couronne, réduite en chaque point dans le rapport de la brillance réelle de la couronne à celle du champ.

Les graphiques des observations de M. Lyot (*C. R.*, 10 novembre 1930), montrent la proportion de la lumière polarisée trouvée dans les divers angles de position, à une distance constante du Soleil égale à 80″ environ. Leur forme correspond sans doute aux inégalités de la brillance de la couronne intérieure plutôt qu'à des inégalités dans la proportion de lumière polarisée. Ils montrent deux minima vers dix degrés et vers 180 degrés dirigés très sensiblement suivant la ligne des pôles du Soleil.

C'était là une première manifestation bien nette en dehors des éclipses de l'existence de la couronne. M. Lyot put aller plus loin. Il pensa que puisque la lumière atmosphérique était assez faible dans ses conditions d'observation pour ne pas masquer à l'observation directe les

protubérances, on pourrait sans doute appliquer la méthode de Janssen et Lokyer pour déceler la couronne par des observations spectroscopiques sur ses raies brillantes. Sa conclusion était juste. En examinant le ciel dans le voisinage immédiat du Soleil à l'aide d'un spectroscope à vision directe, il put voir le 30 juillet dernier et les jours suivants, en plus des raies solaires dues à la lumière diffuse, une raie brillante dans le vert non loin de la raie E, longue et intense au Nord-Ouest où on la la suivait jusqu'à quatre minutes du bord solaire, plus faible au Sud-Ouest et à peine observable au Nord et au Sud. Cet aspect qui persista les jours suivants s'accorde bien avec les graphiques de polarisation des 29 et 30 juillet.

Le 3 et 4 août par une transparence atmosphérique remarquable il vit une deuxième raie brillante dans le rouge, moins intense mais presque aussi longue que la raie verte, et présentant tout autour du Soleil les mêmes variations de longueur et d'intensité. Le 7 et principalement le 10 août la raie verte offrait un aspect beaucoup plus uniforme; la raie rouge était invisible. Ces deux raies correspondent bien aux deux raies les plus intenses de la couronne observées pendant les éclipses. M. Lyot a pu les photographier, même le 10 août, lorsque la raie rouge était invisible.

Ces premiers résultats obtenus par M. Lyot, se placent au niveau de ceux de Janssen et Lokyer sur les protubérances. Ils montrent que désormais il sera possible d'observer la couronne intérieure d'une manière continue en disposant pour cela non plus seulement de séances de quelques minutes comme dans les éclipses totales, mais souvent de plusieurs heures; ils font le plus grand honneur à leur auteur, ils apportent un succès nouveau, et non des moindres, à l'astronomie française; ils remplissent d'espoir ceux qui attristés par les difficultés que nos observatoires n'ont cessé de rencontrer depuis 1914, pour améliorer leur outillage, pour conserver leur personnel et pour offrir à des jeunes savants de valeur des situations susceptibles de les faire vivre, pouvait craindre que notre pays ne cessât de tenir une des premières places dans la science du ciel. Leurs craintes étaient vaines. Si M. Lyot vient de résoudre un des problèmes les plus marquants posés aux astronomes, il n'est pas le seul des chercheurs des observatoires sur lequel nous puissions compter pour tenir le flambeau, et nous avons bon espoir maintenant que le plan de l'équipement national nous donnera les instruments que nous désirons depuis si longtemps.

M. Lyot a réusssi en mettant à profit les facilités exceptionnelles offertes par l'observatoire du Pic du Midi. Son succès doit attirer l'attention des amis de la Science sur cet établissement si bien placé et ouvert à tous les chercheurs, astronomes, physiciens, naturalistes. Qu'il les convie à aider la Société des Amis du Pic du Midi, qui se donne pour but de faciliter par ses subventions les missions à l'Observatoire.

Nous ne pouvons terminer cette note qui relate un des plus beaux travaux effectués au Pic du Midi, sans rendre hommage à la justesse de vue et à la ténacité de ceux qui ont consacré leurs efforts à la création et au développement de cet observatoire, aux fondateurs, De Nansouty et Vaussenat, à ceux qui y vécurent en ermites, Ginet et Latreille, à celui qui sentit l'importance astronomique de la station et qui réussit à y installer un équatorial puissant, M. B. Baillaud. J. B.

Physique

Influence des impuretés sur la phosphorescence du sulfure de calcium. — Les corps phosphorescents, qui ont la propriété d'émettre de la lumière après avoir été insolés, ne sont jamais des corps purs; la présence d'une impureté est absolument nécessaire pour qu'apparaisse la phosphorescence, la proportion de cette impureté pouvant être d'ailleurs très faible et très difficile à déceler par les méthodes habituelles de l'analyse.

Récemment, MM. Goyle et Singhi (*Journal de Chimie physique*, 25 octobre 1930) ont effectué des recherches pour déterminer l'influence exercée par les impuretés sur l'intensité, la couleur et la durée de la phosphorescence d'un sulfure alcalino-terreux, comme le sulfure de calcium. A des échantillons extra-purs de sulfure de calcium non lumineux de Merck, les auteurs ajoutaient de petites quantités d'impuretés afin de provoquer la phosphorescence et ils fixaient photographiquement les intensités de la luminosité des pâtes phosphorescentes. Ils utilisaient pour cela une chambre noire constituée par une boîte en bois percée de trous de même diamètre, permettant de recevoir la lumière de phosphorescence à travers des diaphragmes de même grandeur et placés à la même distance dans tous les cas.

Ils ont ainsi trouvé que l'addition d'impuretés à un échantillon de sulfure de calcium luminescent a un effet marqué sur sa phosphorescence. Pour chaque impureté il existe une certaine concentration jusqu'à laquelle augmente l'intensité de la luminescence et cette concentration est comprise entre 0,001 p. 100 et 0,01 p. 100, avec la majorité des substances employées.

Le tableau suivant donne l'influence comparative des diverses impuretés étudiées par les auteurs.

Concentration p.100 de l'impureté	Fluorescéine	Bleu de méthylène	Eosine	Chlorhydrate de quinine	Chlorure de baryum	Chlorure de plomb
—	—	—	—	—	—	—
0,000	1,9568	1,9568	1,9568	1,9568	1,9568	1,9568
0,001	1,9628	1,9780	2,0016	2,1014	1,4564	2,0328
0,005	1,7632	2,0460	2,0652	2,2060	—	2,0170
0,010	1,9628	1,8978	2,1225	2,1080	1,5754	2,0148
0,020	1,7310	1,8888	2,0380	1,9690	—	1,9926
0,100	1,7286	1,6502	2,0016	1,9422	1,6048	1,7496

On voit par ce tableau que l'addition de substances fluorescentes au sulfure de calcium luminescent augmente l'intensité de luminescence jusqu'à une certaine concentration au-delà de laquelle cette intensité commence à décroître et peut devenir inférieure à celle du sulfure initial; la couleur de la phosphorescence dépend également de la nature de l'impureté fluorescente ajoutée.

L'addition des sels minéraux n'a pas sur l'intensité de luminescence une influence aussi sensible que celle des substances fluorescentes. Dans quelques cas il n'y a pas de doute qu'elle produise une augmentation appréciable de l'intensité, mais le plus souvent l'addition de ces substances provoque une chute nette de l'intensité.

Le vieillissement des pâtes entraîne généralement une diminution de la phosphorescence qui prend en même temps une teinte rougeâtre.

MM. Goyle et Singh ont établi que cette diminution d'intensité de la phosphorescence est due à l'hydrolyse du sulfure et à l'augmentation consécutive du pourcentage de l'impureté.

A. Bc.

Electricité

La découverte des rayons positifs et le développement de la physique moderne. — La découverte des rayons positifs, par Goldstein, a eu, sur le développement de la physique moderne, la répercussion la plus importante. En particulier, elle a fait progresser sensiblement notre connaissance de la structure intime de l'atome. T. von Traubenberg (1) a retracé toute sa portée dans un exposé récent, en l'honneur du quatre-vingtième anniversaire de son auteur.

On sait que le faisceau des rayons positifs se forme en arrière de la cathode perforée des tubes à vide. Les rayons positifs sont des rayons corpusculaires, consistant en véhicules atomiques et moléculaires extrêmement rapide. Leur énergie cinétique a sa source dans la chute de potentiel de la région cathodique.

Wien, en déviant le faisceau positif par des champs électriques et magnétiques, a fixé le signe des particules qui le composent. Pour l'hydrogène, le calcul du rapport de la charge à la masse, à partir des déviations observées, a bien fourni la valeur connue de l'électrolyse, mais il n'a pas fourni cette valeur seule. La méthode laisse encore distinguer, dans le gaz en expérience, d'autres entités, à savoir : l'atome neutre d'hydrogène, l'atome négativement chargé, la molécule positivement chargée, la molécule neutre, et enfin la molécule d'hydrogène triatomique H^3, molécule insoupçonnée, sans doute restée dissimulée aux méthodes chimiques les plus sensibles à cause de sa grande instabilité.

En outre, l'analyse des rayons positifs a révélé que certains éléments chimiques, présumés simples, ne sont que des mélanges de plusieurs constituants. Ces constituants, dénommés isotopes, sont identiques à tous points de vue, sauf celui du poids atomique.

Dans le domaine non-radioactif, l'isotopie a été relevée, pour la première fois, à propos du néon, par Sir J. J. Thomson, qui a résolu l'élément, de poids atomique chimique 20,20 en ses isotopes 20 et 22. Par la suite, F. W. Aston, étendant à l'aide de son spectrographe de masse, les premiers résultats de Thomson, a décélé l'isotopie chez un grand nombre d'éléments. Chacun des isotopes d'un élément donné à un poids atomique entier, en première approximation, ce qui confirme, dans une certaine mesure, l'hypothèse ancienne de Prout. Par exemple, le krypton, de poids atomique chimique 82,92, est un mélange des isotopes 78, 80, 82, 83, 84 et 86.

Le spectrographe de masse permet la détermination des poids atomiques, avec la précision du dix-millième.

Dans un autre ordre d'idées, l'étude de la luminescence du faisceau positif a conduit Stark à l'observation de l'effet Döppler de la lumière, jusque-là demeuré inaccessible à la perception, faute de vitesse suffisante des sources de lumière employées, en général des miroirs tournants. Les particules positives ont l'avantage de constituer des véhicules dont la vitesse peut atteindre le millième de la vitesse de la lumière, ce qui provoque un changement de longueur d'onde assez grand pour être mesurable.

C'est également en recourant aux rayons positifs comme source de lumière que Stark a montré l'aptitude des raies spectrales à se scinder sous l'action du champ électrique, effet analogue à celui découvert par Zeeman dans le champ magnétique.

Von Traubenberg souligne tout l'intérêt qui se dégage de l'étude des rayons positifs pour la compréhension des processus de l'émission lumineuse, et il rappelle les travaux théoriques amorcés déjà sur le sujet par Wien et par Einstein.

S. V.

(1) Naturwissenschaften, 5 septembre 1930.

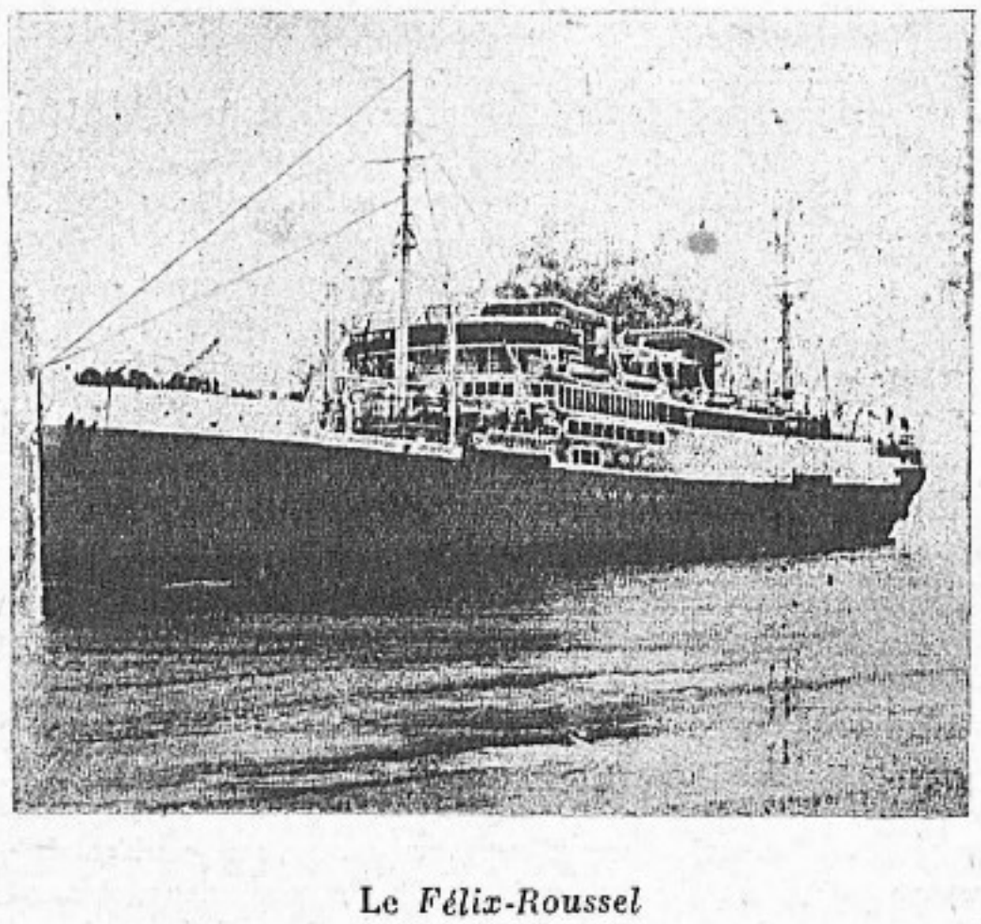
SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

Le « Félix-Roussel ». — J'ai indiqué, au cours d'une étude récemment publiée dans cette *Revue*, la part qui revient à l'armement français dans le développement, si caraactéristique de notre époque, de la navigation à moteur Diesel. J'ai donné, en particulier, comme exemples de navires heureusement conçus le *Lafayette* de notre *Cie Générale Transatlantique* et l'*Eridan* des *Messageries Maritimes*. L'effort de cette dernière Compagnie mérite tout spécialement d'être signalé, si l'on songe qu'elle dessert les lignes les plus importantes de la navigation sur l'Orient et l'Extrême-Orient, celles qui comportent la plus redoutable concurrence.

Le programme de constructions des *Messageries* comprend sept bâtiments à moteur, dont deux actuellement en service, le *Théophile-Gautier* sur les lignes de Méditerranée, et l'*Eridan* sur celle d'Australie. Le *Félix-Roussel* a été livré à la Compagnie à la fin de 1930, par la *Société des Ateliers et Chantiers de la Loire*, à Saint-Nazaire, qui avait lancé, à quelques jours de distance, le *Georges-Philippar*. Ces deux derniers paquebots sont destinés aux lignes de Chine, ainsi que l'*Aramis*, qui est en cours d'achèvement. Sont encore en achèvement le *Jean-Laborde*, dont j'ai relaté en son temps le lancement aux Chantiers de La Ciotat et le *Maréchal Joffre*.

Le *Félix-Roussel*, dont la photographie ci-contre reproduit la silhouette élégante et sobre, atteint les dimensions des grands courriers d'Extrême-Orient. Sa longueur entre perpendiculaires est de 163 mètres, hors tout de 170 m. 30. La largeur au fort est de 20 m. 80, le tirant d'eau



Le *Félix-Roussel*

moyen en charge de 8 m. 50 et le creux sur quille au livet du pont supérieur, de 14 m. 30. Le déplacement en

charge théorique est de 20 945 tonnes et la jauge brute d'environ 15 000 tx.Le port au lourd total atteint 10 200 tonnes, dont 7 216 pour les marchandises. On sait que les lignes d'Extrême-Orient ne comportent pas de paquebots rigoureusement spécialisés dans le trafic des voyageurs, ainsi que cela se passe pour la navigation transatlantique. Le *Félix-Roussel*, qui n'en est pas moins un bâtiment de luxe, peut donc transporter une cargaison de marchandises qui représente plus de 34 o/o de son déplacement.

Le nombre des passagers est au total d'environ 1200, dont 399 logés en chambres ou cabines : 196 en 1re classe, 113 en 2e et 90 en 3e. Les voyageurs de pont peuvent être logés au nombre d'environ 800 au maximum.

L'appareil propulsif se compose de deux moteurs, actionnant chacun une hélice et qui peuvent développer au total 10 000 CV. sur les arbres. La vitesse de route du navire doit se maintenir dans l'ordre de 15 à 16 nœuds.

Les moteurs sont du type *Sulzer* standard, adopté également pour la plupart des autres navires du programme et dont le fonctionnement, éprouvé par une expérience déjà relativement longue, ne peut donner prise à aucune incertitude. Ces moteurs ont été construits aux ateliers de Saint-Denis de la *Société de Constructions mécaniques procédés Sulzer*. Chaque moteur, fonctionnant à deux temps et simple effet, comprend 10 cylindres, de 680 mm. d'alisage sur 1 200 de course. Il tourne normalement à 100 tours, avec une pression maxima de 38 kgr. et une compression de 35 kgr. L'injection est opérée par l'air comprimé; les compresseurs d'injection sont commandés directement par les moteurs. L'approvisionnement de combustible comporte un plein normal de 1 100 tonnes.

Le navire est muni d'un gouvernail *Oertz*, dont l'appareil de manœuvre est du type *Brown Bros* (électro-hydraulique).

La dronne d'embarcation comprend 22 canots de sauvetage, pouvant porter 60 personnes chacun, plus deux baleinières et deux canots à moteur.

L'énergie électrique du bord, employée soit à l'éclairage, soit aux appareils de levage et auxiliaires divers, est fournie par cinq groupes de 325 kw., constitués par un moteur Sulzer à quatre temps conduisant une génératrice de 220 volts.

Je signalerai encore l'installation de deux chaudières de récupération sur l'échappement des moteurs principaux, ainsi que d'une chaudière auxiliaire chauffant au mazout.

Mais la qualité des appareils et du matériel technique ne suffirait pas à assurer le succès d'un navire sur l'une des grandes lignes mondiales les plus fréquentées, auprès d'une clientèle que les progrès récents et l'émulation née de la concurrence internationale ont rendue déjà difficile en fait de luxe et de confort. C'est précisément sur ce point que le nouveau paquebot français apporte des améliorations très notables, d'autant plus susceptibles d'être appréciées qu'il s'agit d'une traversée d'assez longue durée, qui permet d'attribuer sa valeur au moindre détail. Ainsi, la ventilation des cabines, réalisée par refoulement d'air frais de l'extérieur, est réglée au moyen de distributeurs mobiles dits *punkahs;* dans chaque cabine, il existe un punkah par passager, permettant à celui-ci d'envoyer l'air frais dans la direction qu'il désire. Une armoire spéciale permet encore aux voyageurs de conserver leurs malles à portée de la main, sans nuire à l'aspect des locaux, ces malles pouvant être sorties sans effort, grâce à de petites plateformes roulantes.

Certaines cabines comportent d'ailleurs un passage sur un balcon privé, muni de persiennes.

Il existe, bien entendu, des douches, une piscine à température réglable, ainsi que toutes les installations d'hygiène et de confort que le voyageur peut trouver sur les lignes concurrentes. Un garage est disposé en entrepont pour recevoir cinq autos.

La décoration du navire, réalisée d'après les indications personnelles de M. Philippar, représente une manifestation d'art particulièrement intéressante. Le *Théophile-Gautier* est décoré en style oriental, le *Mariette-Pacha* en style égyptien; suivant la même tradition, on a adopté pour le *Félix-Roussel* le style Khmer, interprété d'après les monuments indochinois du VIe au XIIe siècle, tels que le temple d'Angkor. Toutefois, les cabines de luxe et de première classe sont conçues en style moderne et le fumoir en style toulousain, époque Renaissance, en souvenir du président Roussel, dont le navire porte son nom.

Le nouveau *motorship*, — les *Messageries* proposent pour cette catégorie de navires le terme de « nauto-naphte », — est tout près d'entreprendre son premier voyage sur l'Extrême-Orient.

Louis Basso.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 22 décembre 1930.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Kourensky* (transm. par M. Appel). — **Généralisation des parenthèses de Poisson-Jacobi.**

ALGÈBRE. — *J. Herbrand* (prés. par M. J. Hadamard). — **Nouvelle démonstration et généralisation d'un théorème de Minkowski.**

GÉOMÉTRIE. — *P. Vencensini.* — **Sur une propriété relative à la déformation des surfaces.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *B. Gambier.* — **Surfaces de Voss-Guichard.**

ASTRONOMIE. — *H. Mineur* (prés. par M. Ernest Esclangon). — **Sur la tenue K des vitesses radiales.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *G. C. Moisil* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les systèmes d'équations de M. Dirac, du type elliptique.**

ASTROPHYSIQUE. — *A. Lallemand* (prés. par M. E. Esclangon). — **Etude photométrique de la couronne solaire pour des radiations situées dans le rouge et le proche infrarouge.**

Cette étude a été faite avec les clichés obtenus, par la mission de l'Observatoire de Strasbourg, lors de l'éclipse totale du 9 mai 1929 à Poulo Condor. L'auteur a déterminé, notamment, la variété de brillance de la couronne suivant une direction radiale, en choisissant des régions telles que les jets de lumière coronale soient également radiaux. Les résultats sont indiqués au moyen d'une figure.

La couronne n'émet des radiations dans l'infrarouge qu'au voisinage immédiat du Soleil; cette émission diminue d'autant plus rapidement que la longueur d'onde est plus grande. Une courbe d'égale brillance en lumière rouge et une autre en lumière infrarouge ont été obtenues.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *J. Devaux* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Etude photométrique de la pénétration des radiations solaires à l'intérieur des glaciers pyrénéens.**

Les expériences ont été effectuées au moyen d'un photomètre spécial construit par l'auteur. Elles le conduisent

à démontrer que le pouvoir d'affaiblissement dans la masse est plus élevé pour les radiations rouges que pour les radiations vertes et que les valeurs de τ_0 sont peu différentes pour les diverses radiations visibles. Les mesuress photométriques et actinométriques faites au même point ont montré que K, pour le flux énergétique est sensiblement le même que pour les radiations rouge orangé. τ_0 pour le flux énergétique est plus grand que pour le visible.

CAPILLARITÉ. — *M. Chopin* (prés. par M. Cotton). — **Appareil de mesure de la tension superficielle des liquides.**

Dans cette Note, l'auteur décrit à l'aide d'une figure, l'appareil qu'il a imaginé et en explique le fonctionnement.

PHYSIQUE. — *J. Basset* et *R. Dupinay* (prés. par M Matignon). — **Compressibilité de l'azote et de l'hydrogène aux ultra-pressions de 5 000 atmosphères.**

Les résultats numériques, exposés dans des tableaux, montrent que pour comprimer un gaz à 1000 et 5000 kgr., le rapport des puissances nécessaires est voisin de 1,24, soit une augmentation de 24 p. 100 seulement de la puissance des compresseurs.

ÉLECTRICITÉ. — *P. De La Gorce* (prés. par M. Paul Janet). — **La réalisation d'une résistance pour les mesures en très haute tension.**

Note consacrée à l'étude du dispositif spécial qui fonctionne au Laboratoire central d'Electricité. La résistance de mesure est de 3 mégohms, la résistance de garde est de 6 mégohms, l'une et l'autre en fils de constantan de 0 mm. 1. Prévu pour 150 kilovolts en service normal, il peut fonctionner en régime intermittent jusqu'à 200 kilovolts.

— *P. Girard* et *P. Abatie* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur l'existence hypothétique dans l'eau de résonateurs de fréquence hertzienne.**

Les résultats numériques relatifs à l'eau distillée et á la solution de Na^2SiO^3 de concentration $1{,}5.\ 10^{-4}N$, sont exposés dans des tableaux.

ÉLECTRONIQUE. — *G. Fournier* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le calcul graphique des grandeurs attachées à l'électron en mouvement.**

— *L. Goldstein* (prés. par M. de Broglie). — **L'introduction de l'échange de la statistique d'un gaz d'électrons.**

— *Z. Zajac* (prés. par M. de Broglie). — **Fluorescence des atomes de mercure excités.**

On peut admettre que ce phénomène de fluorescence se produit de la manière suivante : sous l'influence des décharges oscillantes, et à cause des chocs, des atomes de mercure sont portés aux états 2^3P_{012} (la distribution parmi ces états n'étant pas uniforme). Ils absorbent alors aux dépens du faisceau incident certaines fréquences correspondant au passage à l'état 2^3S_1. Le retour à l'état normal est accompagné par l'émission de la fluorescence.

MAGNÉTISME. — *A. Guilbert* (prés. par M. P. Janet). — **Sur les phénomènes thermiques qui se produisent le long des cycles d'hystérésis.**

L'auteur a repris les recherches faites par Adelsberger et par Woodbridge constant sur la loi des dégagements et absorptions de chaleur le long du cycle d'hystérésis. Cette nouvelle étude a été faite sur un échantillon d'acier au cobalt. Les courbes établies conduisent l'auteur à supposer que tout se passe comme si le fer doué d'hystérésis possédait, en l'absence du phénomène magnétocalorique, une courbe de magnétisme isotherme reversible, et que les quantités de chaleur dégagées au cours d'un changement d'état magnétique étaient dues à un déplacement apparent de cette courbe de magnétisme par suite de l'existence d'un champ intérieur H dont l'action est assimilable à celle d'une deuxième excitation placée sur le circuit magnétique.

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *M. Dufour* (prés. par M. P. Weiss). — **La représentation du pinceau astigmate et la droite auxiliaire de Mannheim.**

PHOTOMÉTRIE. — *J. Dourgnon* et *P. Waguet* (transm. par M. André Blondel). — **Théorèmes relatifs à la brillance des sources secondaires.**

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. — *C. Salceanu* (prés. par M. A. Cotton). — **Polarisation rotatoire magnétique de substances organiques rendues liquides par fusion.**

L'auteur a mesuré pour trois raies de mercure, le pouvoir rotatoire magnétique et sa variation avec la température sur des substances organiques rendues liquides par fusion, dont il a mesuré la biréfringence magnétique. Il décrit dans cette Note, le dispositif spécial qu'il a réalisé et donne dans des tableaux les mesures qu'il a effectuées sur le naphtalène et le β-méthylnaphtalène.

— *R. de Mallemann* et *P. Gabiano* (prés. par M. A. Cotton). — **Pouvoir rotatoire magnétique des carbures d'hydrogène à l'état gazeux.**

Les auteurs mettent en relief la difficulté qu'il y a à surmonter dans les recherches qu'ils ont effectuées, difficulté provenant de l'état des gaz étudiés ou dont la pureté n'est pas toujours absolue malgré les procédés d'obtention et de purification employés. Toutefois les mesures qu'ils indiquent dans cette Note peuvent être considérées comme sensiblement exactes.

THERMOCHIMIE. — *Ch. Dufraisse* et *L. Enderlin* (transm. par M. Delépine). — **Contribution à l'étude de l'oxydabilité reversible des corps organiques : thermochimie de l'oxydation du rubrène.**

L'oxydation photochimique du rubrène étant exothermique, la lumière n'y a qu'une action catalytique et pourra donc être suppléée par un catalyseur approprié. Ainsi tend à disparaître la seule différence notable qui séparait l'oxydabilité réversible du rubrène de celle de l'hémoglobine, c'est-à-dire l'apparente nécessité d'une phase photochimique pour l'une et non pour l'autre ; l'oxydabilité réversible apparaît alors comme étant de même nature chez le rubrène et chez les pigments respiratoires.

L'auteur reprend la question du dégonflement d'une gelée gonflée dans un liquide, lorsqu'elle est placée dans la vapeur saturée du même liquide. Les expériences effectuées ont montré que la partie de la gelée qui se trouvait dans la vapeur ne s'est pas desséchée, mais a absorbé de l'eau, beaucoup moins toutefois que la partie plongeant dans l'eau. Cette étude avait été faite à la suite d'expériences effectuées sur ce sujet, par M. P. Bary.

CHIMIE PHYSIQUE. — *E. H. Buchnor* (prés. par M. G Urbain). — **La tension de vapeur des gelées.**

— *P. Bary* (prés. par M. Urbain). — **La tension de vapeur des gelées. Réponse à M. E. H. Buchner.**

Dans sa réponse M. Bary discute l'opinion de M. Buchner qui a considéré la question comme close.

— *M. Godchot* et *Mlle G. Cauquil* (transm. par M. Delépine). — **Sur la dispersion de réfraction des carbures cycloniques.**

Les auteurs exposent les résultats qu'ils ont obtenus en déterminant pour un certain nombre de carbures cyclaniques le quotient $\frac{\Delta n}{d}$, désigné, par M. Darmois sous le nom de dispersion spécifique. Ces résultats résumés dans les tableaux ont donné lieu à des conclusions étendues.

— *G. Mahoux* (prés. par M. Léon Guillet). — **Influence des oscillations à haute fréquence sur les traitements des produits métallurgiques.**

L'étude a porté sur l'influence sur les aciers et sur différents alliages d'oscillations de très haute fréquence. Elle avait pour but d'améliorer les caractéristiques des produits métallurgiques utilisés dans la construction aéronautique. Les phénomènes observés, combinés ou non avec l'action de courants gazeux, permettent d'obtenir des améliorations remarquables des caractéristiques des aciers et de réaliser des phénomènes de diffusion susceptibles d'applications intéressantes.

COLLOIDES. — *A. Boutaric* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur une méthode permettant de suivre la variation du nombre des particules au cours de l'évolution d'une solution colloïdale. Application au sérum sanguin.**

Les particules s'accolent entre elles sans que le liquide dans lequel elles sont en suspension participe au phénomène, en sorte que le volume d'une particule résultante peut être considérée comme égale à la somme des volumes des particules qui se sont réunies; l'indice de la matière qui constitue les particules n'est pas modifié par la transformation.

Le nombre des particules demeure invariable et celles-ci grossissent en fixant le liquide dans lequel elles sont en suspension par une sorte de gonflement, l'indice de la matière qui constitue les particules étant ainsi modifié au fur et à mesure que se produit le grossissement.

Les recherches faites d'autre part par M. Lecomte du Noüy, montrent que le nombre des particules présentes dans le sérum ne varie pas au cours des transformations que produit l'échauffement.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *P. Laffite* et *M. Patry* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la détonation des explosifs solides.**

Les auteurs ont appliqué la méthode d'enregistrement photographique de Mallard et Le Chatelier, qu'ils ont modifiée en ajoutant au dispositif habituel une puissante source lumineuse permettant d'enregistrer certains phénomènes qui sont incapables d'impressionner la pellicule sensible, le faisceau lumineux traversant le tube contenant l'explosif dans la partie située au-delà de celui-ci. Ils ont pu ainsi mettre très nettement en évidence divers phénomènes qui se propagent au-delà de la colonne d'explosif (fulminate de mercure, dynamite, acide picrique, tétryl, etc.) lorsque la détonation a lieu dans un tube de verre.

CHIMIE MINÉRALE. — *M. Païc* (prés. par M. G. Urbain). — **Diagramme de fusion des systèmes $HgBr^2$ — $HgSO^4$ et $HgCl^2$ — $HgSO^4$.**

Deux diagrammes indiquent les résultats obtenus : le premier représente la fusion du système $HgBr^2$—$HgSO^4$. Il paraît probable qu'il existe un mélange eutectique fondant à 236°, et dont la teneur en $HgSO^4$ est moindre de 1 p. 100. Pour 30 p. 100 de $HgSO^4$, le point de fusion du mélange est 506°.

Le deuxième diagramme représente la fusion du système $HgCl^2$—$HgSO^4$. La solubilité de $HgSO^4$ dans $HgCl^2$ fondu est encore plus petite que dans $HgBr^2$: le point de fusion pour 10 p. 100 de $HgSO^4$ est 512°.

— *E. Urbain* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les carbonates acides ammoniaco et potassico-dimagnésiens.**

L'auteur a repris les études des réactions signalées précédemment la première par Engel, puis par Precht, le deuxième par Bortsch.

$3\ MgOCO^3 + 2\ KCl + aq = Mg\ Cl^2 + 2\ MgKH\ (CO^3)^2,\ 4\ H^2O$

$NH^4H\ Mg\ (CO^3)^2\ 4\ H^2O + KCl = MH^4Cl + MgKH(CO^3)^2\ 4\ H^2O$

CHIMIE ANALYTIQUE. — *A. Travers* et *Franquin* (prés. par M. Matignon). — **Sur le dosage de la pipéridine dans un mélange de pyridine et d'homologues supérieurs.**

Les auteurs étudiant les eaux de condensation du goudron primaire, ont recherché les bases hydrogénées à côté de la pyridine et de ses homologues supérieurs. Ils ont tenté de résoudre le problème, à la fois qualitativement et quantitativement à l'aide d'une méthode basée sur les forces respectives de ces bases hydrogénées. Ils ont réussi dans le cas d'un mélange de pipéridine, pyridine, α-picoline, 2, 4, 6-collidine, αα'-lutidine.

CRISTALLOGRAPHIE. — *J. Wyart* (prés. par M. Wallerant). — **La déshydratation de la heulandite étudiée au moyen des rayons X.**

La heulandite chauffée perd son eau d'une manière continue et la réabsorbe en revenant à la température ordinaire. L'auteur étudie dans cette Note les modifications du réseau cristallin qui résulte du départ de l'eau.

— *L. Royer* (prés. par M. Pierre Weiss). — **Sur l'orientation possible de cristaux cubiques se déposant sur une lame de mica.**

Les phosphohexafluorures alcalins de formule RPF^6 préparés récemment par W. Lange et E. Muller, avec R = K, Am, Rb et Cs, sont cubiques; leur structure est encore inconnue, mais du fait de leur accolement orienté sur le mica, il est fort probable que leur structure est analogue à celle des halogénures alcalins, l'ion complexe (PF^6) y jouant le même rôle que les ions simples F, Cl, Br et I dans les halogénures.

STRUCTURE CRISTALLINE. — *F. Dupré La Tour* (prés. par M M. de Broglie). — **Le polymorphisme des diacides saturés de la série grasse en fonction de la température.**

L'auteur a effectué ses recherches spécialement sur l'acide succinique et a pu mettre en évidence un dimorphisme qui est en fonction de la température. Outre la forme α de cet acide, forme la plus stable, il en existe une autre β très différente qui se transforme en l'autre à une température donnée. La forme α est monoclinique prismatique et le cristal est en tables dont la base est un losange; la forme β est triclinique pinacoïdale, le cristal est tabulaire, sa base est un parallélogramme.

MINÉRALOGIE. — *R. Weil* (transm. par M. P. Weiss). — **Particularités des améthystes et des quartz riches en inclusions solides.**

Ces minéraux présentent en lames minces certaines propriétés optiques attribuées par divers auteurs à des causes différentes. Dans cette Note, M. Weil mentionne quelques constatations d'ordre général montrant comment ces propriétés se rattachent à celles des quartz de géodes dépourvus de toutes inclusions ou de toute autre cause accidentelle de tensions.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *Albert Michel-Lévy.* — **Granulite broyée et mylonites antestéphaniennes au nord-est des monts de l'Espinouse.**

Dans la roche appelée par J. Bergeron *porphyroïde*, affleurant au sud-ouest du massif Mendic, près de Graissessac, l'auteur décèle trois matériels réflétant la mylonisation de la granulite, puis, semble-t-il, un métamorphisme granitique subséquent. La roche est bien une mylonite de granulite micacée et feldspathisée.

L'allure générale de ces formations fait songer à un complexe charrié puis partiellement métamorphisé, complexe dont l'antériorité au Stéphanien est évidente comme le montre le houiller de Graissessac qui repose sur lui en discordance.

GÉOLOGIE. — *Maurice Blumenthal.* — **L'extension transversale de la masse bétique charriée dans la « Hoya de Malaga ».**

On ne peut enraciner le Bétique ni le long de la ligne Guaro-Cártama, ni le long de celle de Monda-Coin. Toutes les indications convergent vers le fait que le Bétique est uniforme et représente une immense masse chevauchée sur le Trias alpin, dont on ne peut suivre l'extension transversale dans la Serrania de Ronda sur environ 30 kilomètres.

— *Henri Termier* (prés. par M. H. Douvillé). — **Sur l'existence de plissements calédoniens au Maroc central.**

Les couches de Sidi-Kassem appartiennent très probablement au Dévonien supérieur. La discordance annoncée dans cette Note serait donc calédonienne. Jusqu'à nouvel ordre, l'auteur incline à la situer dans le Frasnien. Il rattache les plissements dévoniens du Maroc central aux plissements de même âge du Sahara.

OCÉANOGRAPHIE. — *J. Thoulet.* — **Colonnes aériennes et colonnes liquides sous-marines.**

Un atoll, formation corallienne, consiste en une sorte de cordon solide disposé en cercle plus ou moins complet en eau, généralement très profonde, entourant un lagon, bassin d'eau au contraire très peu profonde. La colonne montante et descendante de l'atoll à travers l'océan aérien est l'exacte reproduction des colonnes descendantes et montantes d'eaux marines à travers l'atmosphère liquide de la mer.

BOTANIQUE. — *R. G. Werner* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur la formation des Lichens.**

L'auteur a pu observer la formation de *Xanthoria parietina*, de *Caloplaca vitellinula* et de *Lecania cyrtella*, tous récoltés sur Agave, près de Rabat.

Le développement de ces Lichens dans la nature s'opère en plusieurs étapes que M. Werner résume dans cette Note. La forme du *Xanthoria* serait déterminée, selon lui, par le champignon, et le rôle de l'algue y serait secondaire.

— *Maurice Hocquette* (prés. par M. L. Blaringhem). — **Evolution du noyau dans les cellules bactérifère des nodosités d'*Ornithopus perpusillus* pendant les phénomènes d'infection et de digestion intracellulaire.**

Dans certains tubercules, il existe une digestion intracellulaire des bactéries suivant un mode comparable à celui décrit habituellement pour ces organismes : lyse précédée d'une agglutination.

Avec l'entrée du parasite et sa multiplication, on constate dans de jeunes nodosités une hypertrophie de la cellule en même temps que du noyau et du nucléole; dans des tubercules plus âgés, on remarque que cette hypertrophie est accompagnée d'une accumulation de substance chromatique. En fin d'évolution, le noyau se résorbe par spumescence.

GÉNÉTIQUE. — *Marc Simonet* (prés. par M. L. Blaringhem . — **Etude cytologique de quelques hybrides d'Iris.**

L'auteur signale dans cette Note l'existence d'une quinzaine d'hybrides résultant de onze combinaisons caryologiques différentes et susceptibles d'être répartis en cinq groupes où les nombres chromosomiques (n) diffèrent.

L'étude de ces hybrides apporte de nouveaux documents en faveur de l'individualité des chromosomes. On retrouve chez l'hybride les chromosomes des parents avec leurs formes caractéristiques. Ces hybrides sont presque complètement stériles.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Charles Pontillon* (prés. par M. Molliard). — **Variations des insaponifiables et du phosphore liquide du *Sterigmatocystis nigra* en fonction de la composition minérale du liquide de culture.**

La composition minérale du liquide nutritif a une répercussion considérable sur le métabolisme des lipides chez le *St nigra*. Celle-ci peut s'expliquer, d'une part, par l'acidité actuelle du milieu que le Chaimpignon tend à amener au voisinage de son optimum et, d'autre part, par une déviation du chimisme due à la nature de l'élément en excès ou de l'élément surajouté. Ces deux causes agissent parfois simultanément, mais le plus généralement la première paraît agir sur la formation des lipides et la seconde sur leur utilisation.

EMBRYOGÉNIE. — *Paul Guérin* (prés. par M. L. Mangin). — **Le développement de l'œuf et la polyembryonie chez l'*Erythronium Dens-Canis* L. Liliacées).**

La polyembryonie existe chez l'*E. Dens-canis* au même titre que chez l'*E. americanum* K. G. L'auteur signale le développement, chez cette Liliacée, de deux, parfois trois embryons, aux dépens de l'oosphère fécondée.

BIOLOGIE. — *J. R. Denis* et *P. Paris* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Influence de la lumière sur le plancton libre d'eau douce.**

On ne peut nier l'action phototropique très nette de la lumière rouge à 100 bougies sur *Leptodora*. A l'obscurité, on a en moyenne 3 *Leptodora* aux 100 litres; au rouge on en compte 196. Au jaune vert, on compte encore 76 *Leptodora*. Ceux-ci font toujours défaut au bleu violet. Les *Sida* fournissent des résultats analogues encore que moins nets.

En lumière blanche sous intensités variables, ce sont encore *Leptodora* et *Sida* qui fournissent les résultats les plus nets.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *C. Charaux* (prés. par M. L Mangin). — **Sur le frangularoside, nouveau rhamnoside de l'écorce de Bourdaine récemment séchée.**

Ce frangularoside, obtenu cristallisé, fond nettement au bloc Maquenne á $+234°$. Il est lévogyre. Il se dissout dans la soude diluée en donnant une solution jaune qui passe rapidement au jaune rougeâtre, en présentant une fluorescence très nette. Puis, en l'espace de quelques minutes, la solution devient rouge cerise intense.

Par hydrolyse sulfurique, on trouve du rhamnose et un produit non glucidique, obtenu à l'état cristallisé et nommé frangularol, en attendant que l'on puisse être fixé sur sa composition chimique.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *G. Nicolas* et *Mlle Aggéry* (prés. par M. Molliard). — **Nouvelles observations sur *Phyllosticta Daphniphylli* Nicol. et Agg. et aggravation de son action par des bactéries.**

Le *Phyll. Daphniphylli* est, sur *Dahniphyllum glaucescens, Blum.*, parasite des feuilles dont il provoque la dessiccation plus ou moins complète suivant l'étendue des taches et qu'il fait souvent tomber. Or, des bactéries sont associées au *Phyllosticta*, dans les chancres des rameaux, soit seules au niveau des cicatrices foliaires ou dans les feuilles mal formées ou jaunâtres. Le champignon ouvre la porte aux Bactéries qui, parasites comme lui, contribuent à la mort des cellules et à la dessiccation des rameaux et des feuilles.

PHYSIOLOGIE. — *Mme Lucie Randoin* et *Mlle Andrée Michaux* (transm. par M. E. Leclainche). — **Variations de la teneur en chlore du sérum sanguin et variations de l'élimination chlorurée au cours du scorbut aigu expérimental.**

L'usage d'un régime exclusivement privé de vitamine antiscorbutique détermine une rétention chlorurée très nette, qui ne se produit d'ailleurs pas seulement dans le sang.

L'élévation de l'urée sanguine, la diminution de l'excrétion uréique, la présence d'albumine dans les urines et enfin la rétention chlorurée, observées au cours du scorbut aigu expérimental, tendent à prouver que l'absence de vitamine C dans le régime, détermine, chez le Cobaye, des lésions de néphrite.

— *H. Bierry* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sucre protéidique et espèces animales.**

Le sucre protéidique peut varier en quantité et parfois même en qualité, avec les diverses espèces animales; il est bien un des éléments de structure des protides hématiques.

PHYSICO-CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L. Bugnard* et *C. Soula* (prés. par M. Louis Lapicque). — **La régulation cholestérolémique.**

La répartition du cholestérol entre le plasma et les globules est liée à la réaction actuelle du milieu. Elle apparaît comme un des éléments du maintien de l'équilibre physico-chimique du sang. La régulation cholestérolémique est une fonction automatique du tissu sanguin. Elle s'opère sur le cholestérol global existant dans ce tissu, sans que les phénomènes de cholestérogénèse ou de cholestérolyse y aient une part déterminante. Elle correspond à un mécanisme purement physique qui s'applique au cholestérol actuellement circulant pour régler sa répartition entre les globules et le plasma.

ZOOLOGIE. — *C. N. Dawydoff* (prés. par M. Caullery). — **Développement postembryonnaire des *Cœloplana* annamites. Organisation de la larve.**

Les recherches portent sur deux *Cœloplana* annamites : *C. gonoctena* Kr. et *C. agniæ* Daw. Laissant ici de côté leur ontogenèse, l'auteur se borne à quelques observations des larves, complétant les données de Krempf (1921).

Chez les *Cœloplana* annamites, aussi bien que chez celles du Japon, le pharynx larvaire n'est, ontogénétiquement, pas autre chose que la portion extérieure du stomodeum, dont le mode de formation et la constitution morphologique ne diffèrent en rien de ceux des Cténophores pélagiques.

BIOLOGIE. *E. Roubaud* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sur l'existence de races biologiques génétiquement distinctes chez le moustique commun *Culex pipiens*.**

L'auteur a montré précédemment que le *Culex pipiens* de nos régions se présente sous deux formes tout à fait distinctes au point de vue physiologique, alors que leurs caractères extérieurs ne permettent pas, quant á présent, de les différencier.

Des expériences de croisement entre ces deux types biologiques lui ont permis de reconnaître qu'il s'agit bien de deux races génétiquement distinctes, dont les caractères physiologiques obéissent, dans l'hybridation, aux règles de l'hérédité mendélienne.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *R. Fosse, A. Brunel, P. de Graeve, P. E. Thomas et J. Sarazin* (prés. par M. Emile Roux). — **Application de la graine de *Soja hispida* privée d'uricase. L'analyse qualitative et quantitative de l'allantoïne.**

Les auteurs ont dosé l'allantoïne en présence d'acide urique, par fermentation sous l'influence du soja privé d'uricase. Ils ont également dosé l'allantoïne, en présence d'acide urique et de cyanures par fermentation sous l'influence de la graine de soja non privée d'uricase.

Tandis qu'une trace de cyanure empêche l'uricase du soja de transformer l'acide urique en allantoïne, une quantité beaucoup plus forte de ce sel devient indispensable pour inhiber complètement l'uricase *en présence d'allantoïne*. Le dosage exact de l'allantoïne en présence d'acide urique et des ferments intacts du soja nécessite une teneur en cyanure comprise entre 0 gr. 6 et 0 gr. 8 par litre.

— *Jean Loiseleur* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'état des constituants biochimiques, les protides en particulier, en solutions anhydres.**

Les constituants biochimiques, les protides en particulier, sont solubles dans certains acides aliphatiques en formant, en l'absence d'eau, des solutions vraies.

Le passage de la solution vraie à la pseudo-solution peut se faire par simple addition de l'eau qui intervient alors plus comme diélectrique que comme solvant chimique.

Ces propriétés étant communes à tous les constituants biochimiques, il résulte que l'état de leurs solutions dépend moins de leurs constitutions respectives que de leur comportement avec le solvant.

MICROBIOLOGIE. — *G. Ramon* (prés par M. Roux). — **Sur la production de l'antitoxine tétanique.**

L'adjonction à l'antigène du bacille tétanique (toxine ou anatoxine) d'une substance non spécifique, telle que la poudre de tapioca, permet d'augmenter dans de fortes proportions la production de l'antitoxine tétanique, chez le cheval. L'auteur a montré, en outre, le bénéfice parfois considérable que l'on peut retirer, dans le développement de l'immunité antitoxique, d'un grand intervalle de temps ménagé entre deux ou plusieurs injections d'anatoxine. Il rend compte, dans cette Note, des résultats obtenus en appliquant ces différentes méthodes à la vaccination de l'animal ou de l'homme contre le tétanos ainsi qu'à la préparation du sérum antitétanique.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Georges Fontès* et *Lucien Thivolle* (prés. par M. A. Desgrez). — **La carence en tryptophane et en histidine envisagée comme pathogénie de la maladie de Biermer. Thérapeutique des anémies par supplémentation de l'organisme en acides aminés hématogènes.**

Outre des cas d'anémies dites biermériennes, la supplémentation de l'organisme par le mélange, totalement atoxique, de tryptophane et d'histidine, a permis d'enregistrer des succès dans des cas d'anémies leucémiques, secondaires, splénomégaliques et néoplasiques. Dans tous les cas, une augmentation rapide de l'appétit, du poids et

des forces s'observe. Il est possible d'espérer que les maladies consomptives pourront, à leur tour, profiter de ces constantes améliorations.

P. GUÉRIN.

Séance du 29 décembre 1930.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *E. Goursat.* — **Sur quelques formes intégrables d'une équation de Monge.**

— *C. de La Vallée Poussin.* — **Sur la représentation conforme des aires planes multiplement connexes.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *V. Chepeleff* et *M. Lavren'ieff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la représentation conforme.**

— *H. Milloux* (transm. par M. E. Borel). — **Une propriété générale des fonctions entières d'ordre infini.**

GÉOMÉTRIE. — *L. Pomey* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur un problème posé par Chasles (généralisation du théorème de Pascal).**

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. *A. Buhl.* — **Considérations dynamiques adjointes à la géométrie ondulatoire.**

ASTRONOMIE. — *Ph. Lagrula* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur les formules homographiques de verticité et leur développement direct.**

— *Kao Lou.* — **Sur une carte du ciel de la Bibliothèque nationale de Paris.**

Cette carte appelée planisphère du Père Grimaldi, est une carte chinoise présentant tout autour de nombreuses notations en langue chinoise avec traduction latine. L'auteur estime que cette carte n'a pas été établie scientifiquement et en indique les raisons.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *P. Rougerie* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Sur la variation diurne des courants telluriques enregistrés à l'Observatoire du Parc St-Maur.**

La statistique a porté pour chaque composante du courant sur 475 courbes obtenues par Moureaux entre les mois de mai 1893 et juillet 1895. Les moyennes horaires mensuelles et saisonnières ont montré que la force électromotrice dans chacune des lignes est soumise à une variation diurne très nette dont l'amplitude, de l'ordre du courant moyen, est plus importante en été qu'en hiver, notamment pour le courant circulant suivant le méridien.

MÉTÉOROLOGIE. — *F. Bordas* (prés. par M. d'Arsonval). — **La pluie de boue du 27 novembre 1930.**

La poussière tombée le 27 novembre 1930 offre de grandes analogies avec celles de novembre 1926 et janvier 1928, lesquelles avaient une grande similitude de composition avec celles tombées en 1835 et en 1847.

Il y a identité de composition entre les poussières recueillies à Paris et celles recueillies dans le Midi de la France.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *E. Mathias.* — **Sur la confusion des effets de la foudre proprement dite avec ceux de la matière fulminante.**

L'auteur démontre que la matière fulminante n'est pas la foudre proprement dite, mais un *résidu* qui se meut sous l'influence de la pesanteur et du principe d'Archimède, des courants d'air et des percussions provenant de la décomposition fatale de ses molécules, superficielles ou profondes, sous l'influence du refroidissement.

MAGNÉTISME. — *J. Peletier.* — **Recherches des défauts et des vibrations des pièces ferro-magnétiques.**

Pour effectuer ces recherches, basées comme les précédentes (*C. R.* 1929, t. 188, p. 701 et t. 189, p. 845), sur l'amplification des micro-courants d'induction fournis par l'appareil magnétique, l'auteur a réalisé un amplificateur à basse fréquence assez puissant à quatre lampes Philips et transformateurs. D'autre part, l'électro-aimant polarisé a été remplacé par une bobine à double enroulement dont l'un, alimenté par une source de courant continu de 2-4 volts, produit le champ magnétique, et l'autre est connecté à l'entrée de l'amplificateur à basse fréquence.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *E. Gutton* et *G. Beauvais.* — **Sur la réflexion des ondes électromagnétiques.**

Se basant sur les anciennes recherches de Garbasso, les auteurs ont repris les expériences de réflexion sur les résonnateurs, en utilisant les ondes courtes des oscillateurs à lampe triode de Pierret, dont les oscillations entretenues produisent des résonnances beaucoup plus aiguës que les oscillateurs à étincelles employés par Garbesso.

ÉLECTRONIQUE. — *J. L. Destouches* (prés. par M. M. de Broglie). — **Interprétation théorique de l'effet Davis-Barnes.**

OPTIQUE. — *Ch. Dévé* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur un projecteur d'alignement.**

Dans le plan focal d'un objectif sont disposées deux lames de verre en demi cercle, l'une rouge, par exemple, l'autre bleue; les tranches planes de ces verres sont légèrement biseautées de façon à former entre eux une fente analogue à celles de spectroscopes. Cette fente étant vivement éclairée par une lampe et ses réflecteurs, son image est projetée au loin; la fente peut être horizontale, verticale ou oblique.

SPECTROSCOPIE. — *H. Deslandres.* — **Relations simples du spectre moléculaire avec la structure de la molécule.**

Les résultats montrent que les fréquences sont la plupart des multiples de $d_1 \mid t$, t étant un nombre entier petit et d_1 la constante. Un tableau divise les 31 fréquences en trois groupes : 1° les fréquences rattachées au premier terme de la formule et au nombre s des anneaux d'électrons; 2° les fréquences rattachées au second terme et au nombre s' des électrons d'un atome, en général plus lourd; 3° les autres fréquences, au nombre de 7, parmi lesquels on compte les raies $5\ d_1/4$ du diamant et $11\ d_1/5$ de l'azote.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *J. J. Trillat* (prés. par M. M. de Broglie). — **Phénomènes de transformations du réseau de la nitrocellulose. Leur généralité dans les composés cellulosiques.**

L'auteur montre la généralité des phénomènes de transformations de réseaux, même lorsqu'on étudie les dérivés cellulosiques sous forme de films. Ses observations font ressortir que les composés cellulosiques au maximum sont susceptibles, comme la cellulose native, de revêtir différentes formes cristallines, après être passés par le stade de gonflement suivi de dispersion. Peut-être pourra-t-on être ainsi éclairé sur la structure de ces corps et sur le processus du gonflement et de dispersion, ainsi que sur la nature des forces qui réunissent les chaînes cellulosiques entre elles.

IONISATION DES GAZ. — *Th. V. Jonescu* et *C. Mihul* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la constante diélectrique et la conductibilité des gaz ionisés.**

RADIOACTIVITÉ. — *L. Goldstein* (prés. par M. J. Perrin). — **Atomes de recul en milieu gazeux.**

ÉLECTROCHIMIE. — *G. F. Jaubert* (prés. par M. Matignon). — **Sur un diaphragme colloïdal pseudo-liquide armé, destiné à la décomposition électrolytique de l'eau.**

Dans une solution de potasse caustique à 25 p. 100, tenant en suspension colloïdale un hydrogel, on plonge deux électrodes, un anode en nickel et une cathode en fer. On constate alors que l'hydrogène et l'oxygène se dégagent régulièrement des électrodes. Mais après quelques heures ou quelques jours, la suspension colloïdale s'éclaircit et l'anode en nickel se recouvre d'une couche uniforme de plusieurs millimètres d'épaisseur constituée par une matière colloïdale. Si entre les deux électrodes on place une toile métallique en fils de fer fins, c'est celle-ci qui se recouvre d'une couche uniforme pseudo-liquide formée par le colloïde employé. Cette couche est rigoureusement imperméable aux gaz sous leur forme moléculaire. On peut donc obtenir une séparation parfaite des gaz hydrogène et oxygène qui prennent naissance.

CHIMIE MINÉRALE. — *R. Charbonnat* (prés. par M. A. Béhal). — **Recherches sur le rôle de l'eau dans les sels : combinaisons aqua des ruthénium-IV-ammines.**

L'auteur a réussi à préparer l'iodure de ruthénium-IV-nitrosohydroxodiéthylènediamine (I'') par action directe de l'éthylènediamine sur le ruthénium-IV-nitrosopentaiodure de potassium. C'est ce sel qui a servi de base aux expériences décrites dans cette Note.

CHIMIE ORGANIQUE. — *G. Darzens* et *A. Lévy* (prés. par M. Béhal). — **L'acide diméthylallylbenzylacétique et l'isopropyl-benzylvalérolactone.**

Les recherches ont porté sur l'acide diméthylallylbenzylacétique où le groupe allyl est diméthylé en position γ et dont la cyclisation devait amener à l'α-isopropylnaphtaline. Ils ont obtenu 80 p. 100 de cet acide et 20 p. 100 de lactone. Les essais entrepris pour cycliser soit l'acide, soit la lactone ont échoué, ce qui conduit les auteurs à conclure que les deux groupes méthyles ou position γ dans le groupe allyl empêchent toute cyclisation.

— *L. S. Glichitch* (prés. par M. P. Sabatier). — **Sur un nouvel alcool sesquiterpénique monocyclique, le fokienol.**

Ce nouvel alcool a été découvert dans l'essence obtenue par distillation des souches d'un conifère du Tonkin, le *Fokienia Hodginsii*. L'essence distille pour 85-90 p. 100 entre 100-150° sous 4 mm. et renferme principalement un alcool $C^{15}H^{26}O$ qui se montre tertiaire, de structure monoclinique, facilement déshydratable, ayant une forte tendance à l'isomérisation et auquel l'auteur propose le nom de fokionol.

— *J. F. Durand* et *Laï Waï-Hsun* (prés. par M. V. Grignard). — **Action des hexahalogènobenzènes sur les organomagnésiens mixtes.**

Dans l'éther absolu, sous la pression atmosphérique, l'hexachlorobenzène C^6Cl^6 ne réagit ni sur CH^3MgI, ni sur C^6H^5MgBr; l'hexabromobenzène C^6Br^6 réagit modérément en donnant l'hexaméthylbenzène et l'hexaphénylbenzène; l'hexaiodobenzène C^6I^6 réagit violemment (surtout sur CH^3MgI, en donnant, comme produits cristallisés principaux, les deux mêmes carbures.

L. Franchet.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem* et *M. Chopin.* — **Sur la régularité du régime des tensions superficielles des latex frais d'*Euphorbia Lathyris*.**

Les observations ont été poursuivies sur des individus d'une même lignée, mais aussi divergents que possible par l'âge à partir de la germination et des parties aussi différentes que possible par leur évolution propre (feuilles, rameaux, inflorescences, pédoncules de fleurs ou de fruits). Les mesures des tensions superficielles des latex, prélevés avec certaines précautions, donnent, avec l'appareil *tensiomètre* de M. Chopin, des chiffres presque identiques pour les divers individus et pour les divers organes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *Mme Y. Brandt-Beauzemont.* — **Sur la teneur en zinc du foie chez le rat en voie de croissance.**

Les résultats font ressortir de profondes analogies entre la variation de la teneur en zinc du foie et celle qui a été reconnue chez l'animal entier : c'est ainsi que, dans les deux cas, il y a environ trois fois et demi plus de métal au moment de la naissance qu'à l'âge adulte. Il apparaît cependant une différence. Dans le foie, la proportion de zinc diminue progressivement, mais elle ne tombe pas, à la fin de la période d'alimentation lactée, à un taux inférieur à celui que l'on rencontre plus tard. Cette différence tient sans doute à ce que le rôle du foie devient relativement plus grand chez l'adulte qu'il n'est chez le nouveau-né.

— *Ch. Achard* et *M. Pieltre.* — **Sur la mucine des liquides articulaires.**

La synovio-mucine n'a pu être isolée jusqu'ici en quantité suffisante pour en permettre l'analyse élémentaire. On a pu, toutefois, la caractériser par sa teneur en soufre qui oscillerait autour de 0 gr. 70 pour 100.

Elle se rapproche beaucoup des mucines vraies : 1° par sa propriété à l'égard des acides étendus (solubilité dans un excès de HCl, solubilité nulle ou très faible dans un excès d'acide acétique); 2° par sa teneur en soufre, très voisine de celles du mucus salivaire (0 gr. 84 d'après Hammarsten) et du mucus des tendons (0 gr. 84 d'après Lœbisch).

GÉOLOGIE. — *P. Fallot* et *M. Blumenthal.* — **Sur l'interprétation tectonique du nord-ouest du Rif espagnol**

Les nappes bétiques auraient formé un complexe poussé vers le Nord, orienté en gros Est-Ouest et ennoyé vers l'Ouest, leurs fronts passant en Andalousie méridionale. Le Paléozoïque rifain et le Jurassique qui l'accompagne ne seraient autres que la carapace de la plus élevée d'entre elles. Après érosion et dépôt du Flysch, les paroxysmes alpins ont fait rejouer des chevauchements au front de la zone des charriages dont la masse principale, figée en un massif bético-rifain disparaît à l'Ouest, cachée sous les ondes périphériques récentes du Tertiaires.

Au Maroc, ils ont provoqué (le massif bético-rifain formant arrière-pays relatif) tous les accidents poussés au Sud, au Sud-Ouest et à l'Ouest qui l'entourent et dont le tronçon à l'Est de Bab-Taza évoque, par l'intensité et le sens relatif des efforts, la poussée insubrienne des Alpes.

PALÉONTOLOGIE. — *Jean Piveteau* (prés. par M. H. Douvillé). — **Sur la distribution des Poissons Téléostomes en grands groupes naturels.**

Presque tous les Poissons qui peuplent actuellement les eaux douces et les mers doivent être rangés dans une division particulière des Téléostomes : les Actinoptérygiens. Ce grand groupe des Actinoptérygiens apparaît bien comme un ensemble naturel, dans lequel on peut signaler des différences, apercevoir des commencements de groupes, des séparations, mais où il est impossible de tracer des circonscriptions parfaitement nettes et n'entrant par aucun point les unes dans les autres.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *André Meunier* (prés. par M. L. Mangin). — **Recherches sur les variations de coloration des plantes au cours de leur dessiccation. Le chromogène de l'*Orobus niger* L. est l'arbutoside (arbutine).**

Le noircissement de l'*Orobus tuberosus* L. est dû à un chromogène de nature non glucosidique, mais phénolique, l'orobérol, dont l'oxydation est rapide. Le changement de teinte de l'*Orobus niger* L. provient d'un glucoside, l'arbutoside, qui n'avait été rencontré jusqu'ici que dans les Protéacées (*Grevillea robusta*), Ericacées et Rosacées.

PHYSIOLOGIE. — *Emile F. Terroine, R. Bonnet P. Danmanville* et *Mlle G. Mourot* (prés. oar M. d'Arsonval). — **L'excrétion des corps créatiniques en fonction de la grandeur de la dépense azotée endogène.**

L'excrétion de la créatinine reste remarquablement constante, quelles que soient les variations de grandeur de la dépense azotée endogène, même lorsqu'elles se font dans le rapport de 1 à 2,5.

L'excrétion de la créatine suit celle de l'azote total; elle augmente considérablement lorsque augmente la grandeur de l'excrétion azotée endogène sous l'influence d'un régime ou d'un agent quelconque.

ZOOLOGIE. — *P. Chevey* (prés. par M. L. Joubin). — **Essai d'application de la méthode de lecture des écailles à l'étude de la croissance des poissons du Grand Lac du Cambodge et du Tonlé-Sap.**

De même que, dans la zone tempérée, les eaux douces donnent des chiffres de croissance très inférieurs à ceux des eaux marines, de même, ici, les eaux douces cambodgiennes, autres que celles du Grand Lac, donnent des chiffres beaucoup plus bas que les eaux du Grand Lac lui-même. Ce dernier, déjà si curieux par le caractère marin de sa faune, accuse ainsi plus fortement encore, jusque dans la biologie de cette faune, ses traits de ressemblance avec des eaux marines.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Jean Loiseleur* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur les propriétés des constituants biochimiques, les protides en particulier, en solutions anhydres.**

Les solutions aliphatiques des constituants biochimiques, les protides en particulier, étant des solutions vraies ne manifestent plus les propriétés spécifiques de l'état colloïdal : la simple dilution par l'eau suffit à les faire apparaître. Il est à remarquer, d'autre part, que ces solutions aliphatiques ont l'intérêt de permettre l'introduction des constituants biochimiques dans d'autres milieux organiques, les celluloses, par exemple.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Blanchetière* (prés. par M. A. Desgrez). — **L'hydrolyse fermentaire de la gélatine dans ses rapports avec la formation des diacipipérazines.**

La gélatine et l'ovalbumine ont une structure cyclopeptidique, l'ovalbumine ayant même une richesse plus marquée en azote relié à ces cycles que la gélatine. A ce point de vue, les recherches de l'auteur se rapprochent de celles de St-Enselme, qui signale que les courbes d'hydrolyse de la gélatine et de l'ovalbumine aboutissent à des plateaux analogues à ceux fournis par les cyclopeptides de synthèse.

ÉPIDÉMIOLOGIE. — *P. Delanoë* (pres. par M. F. Mesnil) — **Le rôle du porc-épic comme réservoir de virus du spirochète marocain, *Sp. hspanicum* var. *marocanum* Nicolle et Anderson, 1928.**

Les porcs-épic adultes sont le plus souvent très fortement immunisés. Aussi, pour avoir des chances d'isoler le spirochète du sang circulant, faut-il s'adresser à des animaux jeunes, le plus jeunes possible.

Le solide immunité polyvalente du porc-épic s'explique, d'après l'auteur, par le fait que l'animal, au cours de son existence, *change de terrier*. Il est aussi amené à être piqué par un grand nombre d'ornithodores infectants, d'où l'immunité polyvalente.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. R. Fosse a été élu membre de la Section d'Economie rurale en remplacement de M. A. Th. Schlœsing, décédé.

M. E. Fabry a été elu correspondant pour la Section de Géométrie en remplacement de M. Riquier, décédé.

M. Brachet, Professeur d'anatomie et de zoologie à l'Université de Bruxelles, Correspondant pour la Section de zoologie vient de mourir.

Observatoires. — Un nouvel Observatoire astronomique va être créé dans les environs de Toronto; il prendra rang parmi les plus importants du monde. Elevé en mémoire d'un ami de l'Astronomie, il prendra le nom de *David Dunlop Observatory* et sera rattaché à l'Université de Toronto. Son instrument principal sera un réflecteur de 185 cm. construit par Sir Howard Grubb. En plus de son Observatoire d'Ottawa, célèbre depuis longtemps, le Canada possédera donc deux des Observatoires les plus puissamment outillés du monde : l'Observatoire de Victoria dans les Montagnes Rocheuses, avec un réflecteur de 180 cm. et l'Observatoire David Dunlop avec un télescope de 185 cm. Ces deux réflecteurs ne sont surpassés que par le réflecteur de 250 cm. du Mont-Wilson.

Bruxelles-Médical. — La Revue « *Bruxelles-Médical* » a décidé d'organiser, au mois de juillet 1930, une croisière en Norvège, aux Iles Lofoden, au Cap Nord, au Spitzberg et à la Banquise, avec retour par Jan Mayen, les Feroë et les côtes d'Ecosse.

Pour tous renseignements écrire à la section des Voyages de *Bruxelles Médical*, 23, boulevard Adolphe Max, Bruxelles.

Comité scientifique des Poudres et explosifs. — Sont nommés membres dudit Comité : MM. les Professeurs Grignard et Delépine, membres de l'Institut.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — *Soutenances de Thèses.* — Les thèses suivantes ont été soutenues pour le doctorat ès-sciences :

17 janvier. — M. Menchikoff : « *Recherches géologiques et morphologiques dans le Nord du Sahara occidental* ».

27 janvier. — Mme Pussard-Radulesco : « *Recherches biologiques sur quelques thysanoptères* ».

28 janvier. — M. Margaillan : « *Contribution à l'étude des graines oléagineuses et des corps gras végétaux* ».

28 janvier. — M. Malan (doctorat d'Université) : « *Etude des spectres d'absorption de quelques gaz à des températures élevées* ».

— *Institut d'urbanisme.* — Le Dr Gommès, Médecin inspecteur des Ecoles est chargé de conférences d'Hygiène de l'habitation en remplacement du Dr Guilhaud, décédé.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 4 — 69e ANNÉE — 28 FEVRIER 1931

LA FAUNE DES GRANDES PROFONDEURS DE L'OCEAN (1)

par L. JOUBIN

Membre de l'Institut
Professeur au Museum d'Histoire naturelle

Nous allons faire une hypothèse.

Supposons qu'un inventeur génial trouve un appareil perfectionné permettant aux naturalistes de descendre dans les grandes profondeurs de la mer, plus loin encore que le faisait Jules Verne.

Cette hypothèse, après tout, n'est pas invraisemblable ! Elle a même eu récemment un commencement de réalisation.

Nous allons prendre place dans cet admirable engin et décrire, pour ceux qui n'ont pas la chance de nous accompagner, le spectacle que nous pourrons contempler dans ces régions abyssales que seuls les océanographes connaissent un peu.

Quand j'emploie le mot *spectacle* je m'avance beaucoup, car la nuit, dans ces profondeurs, est tellement noire que, certainement, nous n'allons rien voir du tout ; mais nous avons eu soin de munir notre appareil perfectionné de tout le confort moderne et d'un puissant éclairage qui va nous permettre d'explorer les alentours.

En partant de la côte, nous avons trouvé des rochers, des plages de galets et de sable, puis, plus bas, de la vase grise provenant des débris de la côte arrachés par les vagues et les marées.

Un grand nombre d'Algues aux couleurs magnifiques, aux élégantes découpures, forment un beau paysage qui se détache sur l'horizon bleu des eaux. Une foule d'animaux bariolés circule parmi cette végétation touffue qui leur offre abri et nourriture.

Continuons notre descente. Les plantes vont disparaître, car la lumière, arrêtée par les couches d'eau, n'est plus suffisante pour subvenir aux besoins de la vie végétale. Nous sommes entre 100 et 200 mètres de profondeur ; le sol est devenu uniquement vaseux, les rochers ont disparu, la nuit est presque complète, c'est un crépuscule de novembre. L'ensemble du terrain n'est pas plat ; on y remarque encore des collines et des vallées qui continuent sous les eaux les principaux reliefs de la côte.

Mais tout cela, sous son manteau de vase, est flou, estompé, à contours imprécis sans arêtes vives.

Nous voici à 200 mètres, au bord du plateau continental, nos yeux imparfaits ne distinguent plus rien.

Eclairons la situation ; nous allons voir le tapis de vase descendre plus rapidement sur le socle continental et nous amener vers 1.000 mètres de profondeur au bord de la grande plaine abyssale, plate, grise, molle, à pente si faible qu'elle est insensible. Nous allons y cheminer pendant des milliers de kilomètres jusqu'à ce que nous atteignions, sans nous en apercevoir, des fonds de 4 ou 5 mille mètres.

Puis, de l'autre côté de cette immense cu-

(1) Conférence faite à l'Institut Océanographique, le 6 décembre 1930.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

vette, en remontant la pente insensible, nous arriverons à la côte américaine.

En quelques endroits, ce sol, désespérément monotone, se creuse de grandes dépressions plus brusques, à pentes plus rapides, qui sont des cratères arrondis ou des cassures volcaniques formant des fosses, dont nous avons trouvé la première, dépassant 6.000 mètres dans les parages des Açores et une autre, près de Cuba, dépassant 8.000 mètres. Dans le Pacifique, on connaît, depuis longtemps, une fente de plusieurs centaines de kilomètres de long

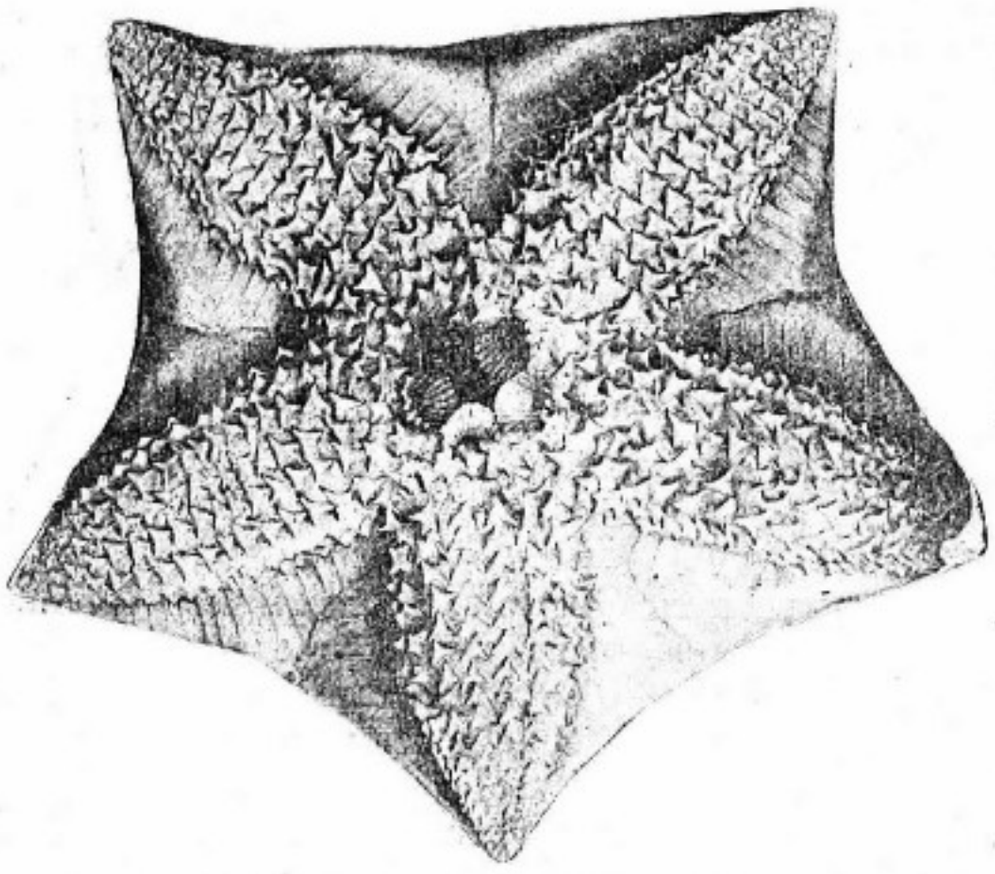


Fig. 1. — *Hymenaster nobilis*.
Etoile de mer membraneuse.

qui, en plusieurs points, a plus de 9.000 mètres, où le Météor a récemment atteint 10.698 mètres.

Ces trous ne sont que des accidents relativement restreints dans le sol océanique qui est, en moyenne, à 4.000 mètres environ de la surface des eaux.

La vase sur laquelle nous marchons a changé de caractère ; les éléments assez grossiers de la zone côtière sont devenus beaucoup plus fins et vers 5.000 mètres on ne trouve plus que de l'*argile rouge* dont les grains sont si petits qu'il en faut 20.000 pour faire un millimètre cube ; elle se compose d'éléments variés, siliceux, volcaniques, poussières du continent ; mais il y manque désormais un élément important, le calcaire, qui a fondu dans sa descente à travers l'épaisseur des eaux.

Mais si, entre 3 et 4,000 mètres, nous regardons de près cette argile, nous allons y trouver une quantité de grains plus gros, ressemblant à de petits coquillages d'un millimètre environ de diamètre, ce sont des *Foraminifères*, restes d'êtres du plancton, qui, après leur mort, sont tombés sur le sol, où leurs coquilles accumulées pendant des dizaines et des centaines de siècles ont constitué la *vase à Globigérines*. Au delà de 5.000 mètres, nous ne les trouvons plus, les grains de calcaire ont fondu en route, et l'argile rouge, pure de tout mélange, forme seule, désormais, le tapis océanique. A de moindres profondeurs, entre 1.000 et 2.000 mètres, nous avons vu, sur le sol, les débris de petits coquillages, les *Ptéropodes*, eux aussi planctoniques, qui s'accumulent sur le fond ; mais ils ne dépassent pas 2.500 mètres.

Remarquons que ces Ptéropodes et Foraminifères couvrent plusieurs centaines de mille de kilomètres carrés sur le sol atlantique. Il est intéressant de noter que nous assistons là à la formation sous-marine d'un terrain sédimentaire d'origine animale ; quelque jour de l'avenir viendra où une contraction de l'écorce terrestre le soulèvera jusqu'à la surface. C'est ce qui s'est produit depuis l'origine des êtres marins, depuis l'époque précambrienne, et même probablement bien avant : et nous retrouvons, dans tous les continents du monde, les débris de ces êtres, stratifiés en couches épaisses de terrains. C'est ainsi que cette salle où nous

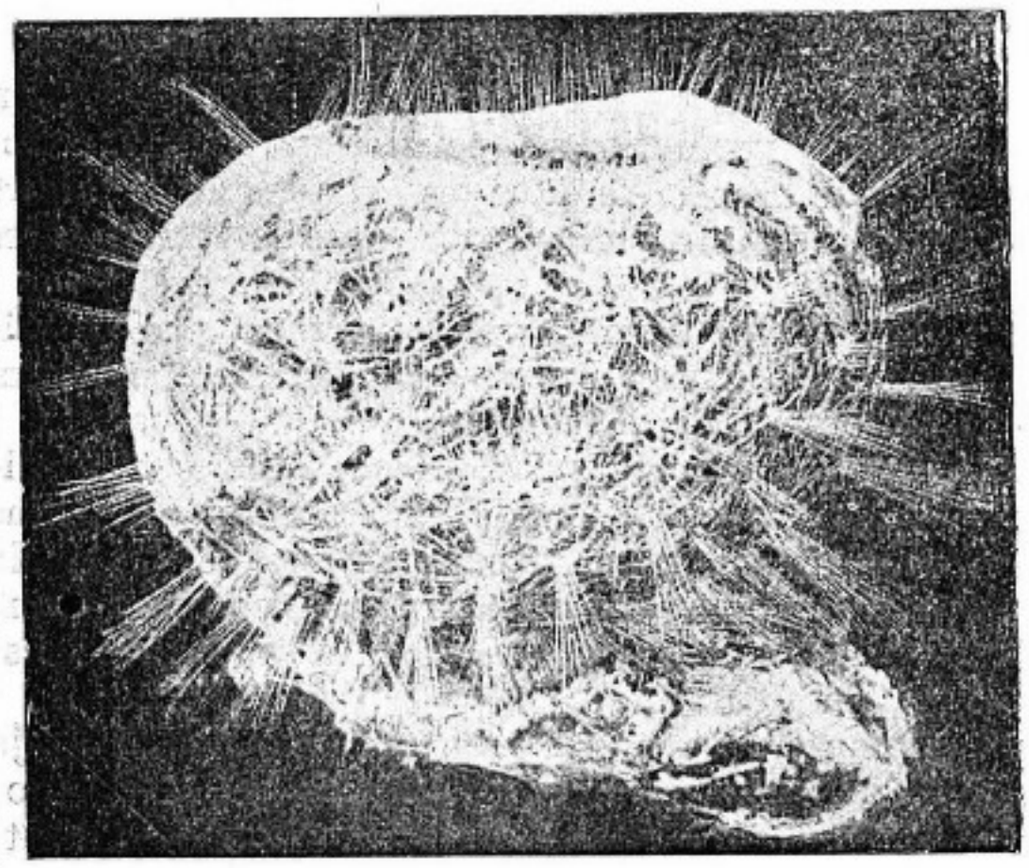


Fig. 2. — *Pheronena hemispherum*.
Eponge siliceuse.

voici réunis repose sur des couches solides qui n'ont pas d'autre origine que celles que nous venons de voir se former au fond de l'Océan.

La mollesse de ce sol nécessite, pour beaucoup des animaux que nous allons rencontrer, une adaptation spéciale qui les préserve d'être submergés dans la boue.

Les uns s'aplatissent de façon à répartir leur poids sur une grande surface. C'est l'application de ce principe qui a conduit à l'invention des skis pour circuler sur la neige molle. En voici quelques exemples : des Oursins, des Holothuries, des Astéries (fig. 1), des Coraux res-

semblant à ses assiettes, posés à plat sur la vase.

D'autres allongent énormément leurs pattes qui supportent leur corps comme à l'aide d'échasses au-dessus de la vase qu'ils ne touchent pas ; tels sont d'immenses Crabes qui ont plus de 2 mètres d'envergure et des Pycnogonides qui ressemblent à d'énormes araignées.

Il est des êtres immobiles qui s'enfoncent plus ou moins profondément dans cette vase, mais qui ne peuvent pas, sous peine d'y être étouffés, s'y laisser complètement enfouir. Pour éviter cet accident, ils poussent autour d'eux de grands filaments qui les cramponnent au loin.

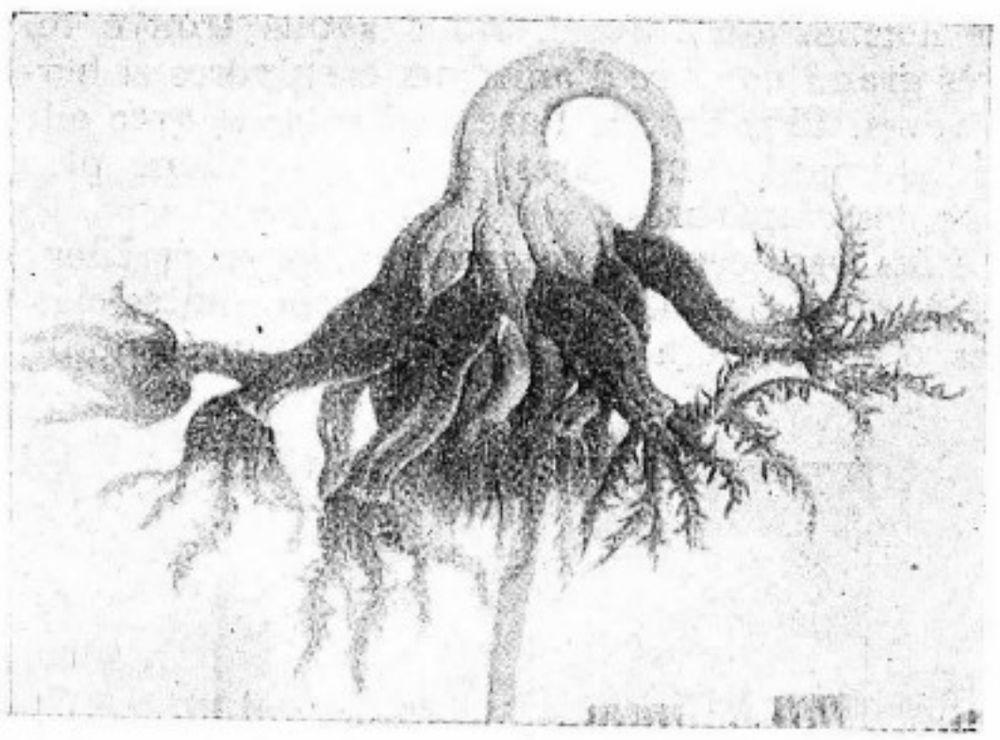


Fig. 3. — *Umbellula encrinus* partie supérieure). Cœlentéré lumineux.

comme feraient des racines. Ce sont les Eponges qui se comportent ainsi (fig. 2).

Mais il y a aussi de magnifiques fleurs marines, montées sur de hautes tiges, renflées à leur base en une grosse racine qui les maintient fixes et verticales ; telles sont les *Ombellulaires* (fig. 3).

Citons encore les animaux qui ont la chance de rencontrer quelque rare corps solide, coquilles vides, scories de paquebots, pierres volvaniques ou glaciaires et qui s'empressent de s'y fixer.

Depuis notre départ du littoral où les végétaux pullulaient, nous avons constaté que la lumière s'est atténuée, absorbée par les diverses couches d'eau ; les radiations rouges du spectre solaire ont disparu les premières, puis, successivement, toutes les autres, jusqu'aux radiations violettes qui semblent avoir été les dernières à s'évanouir vers 1.000 mètres de profondeur.

Mais, s'il y a longtemps que nos yeux imparfaits ne fonctionnent plus, rien ne nous prouve que les animaux qui vivent dans ces profondeurs sont insensibles à cette lumière très modifiée. Ils ont des yeux, souvent de très gros yeux, plus développés que ceux de leurs congénères de la surface. Si ces organes ne pouvaient fonctionner, ils auraient disparu pour cause d'inutilité, car on sait, depuis Lamarck, que les organes devenus sans emploi s'atrophient et disparaissent.

Au delà de 2.000 mètres les dernières radiations du spectre, les ultra-violettes auxquelles nos yeux sont insensibles ont disparu également, et la nuit serait absolue s'il ne se trouvait pas une source de lumière autre que celle du soleil et qui compense partiellement sa disparition. Ce sont les animaux eux-mêmes qui la produisent. Je vais en indiquer quelques-uns.

La vase abyssale est mélangée de nombreux microbes ; on a pu les faire vivre et prospérer dans les laboratoires où ils produisent une lumière intense, pourvu que la température soit basse et qu'on les nourrisse de bouillon de poisson. Il est vraisemblable qu'ils éclairent aussi le sol sous-marin.

Beaucoup d'animaux, des Poissons, des Crustacés, des Céphalopodes, des Etoiles de mer, des Gorgones, etc., sont pourvus d'appareils plus ou moins compliqués qui produisent de la lumière. Les uns secrètent simplement un ferment qui s'illumine au contact de l'eau, les autres ont des appareils plus perfectionnés qui, à l'aide de lentilles, de miroirs et d'écrans, modifient l'intensité, la direction, la couleur de la lumière qu'ils émettent.

Tout cela fait une assez faible clarté dans le noir abyssal. Les animaux qui les possèdent cherchent à attirer ainsi des proies à capturer. Comme chaque espèce a des organes disposés d'une façon constante et précise dans la peau,

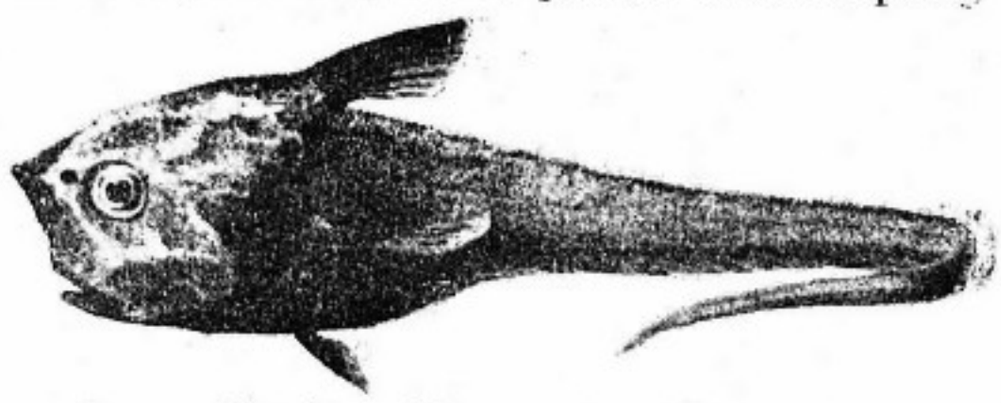


Fig. 4. — *Macrurus crassiceps.*

ces animaux peuvent se reconnaître entre eux dans l'obscurité.

Ainsi que dans les eaux superficielles et dans les faunes terrestres, il y a des animaux aveugles dans les grandes profondeurs marines. On avait cru jadis que, dans ces milieux obscurs où les animaux ne pourraient rien voir ils devaient perdre leurs yeux. Il n'en est rien. On a trouvé là des animaux à grands yeux voisinant avec d'autres dont les yeux sont moyens ou réduits, et un très petit nombre d'êtres aveugles appartenant à des familles où les yeux sont normaux.

On peut seulement remarquer que les animaux qui déambulent sur la vase ont une tendance à la cécité plus marquée que ceux qui

nagent et font ainsi partie du plancton (fig. 5).

On doit noter aussi que les yeux des animaux de grande profondeur ont une structure histologique et anatomique analogue à celle que l'on remarque chez les animaux nocturnes terrestres.

Une des conditions physiques les plus importantes de la vie dans les grandes profondeurs est la constance de la température très basse qui y règne. Vers 5.000 mètres et au-dessous, elle n'est plus que de quelques dixièmes de degrés au-dessus de zéro.

La cuvette profonde des grands Océans comme l'Atlantique, est remplie d'une im-

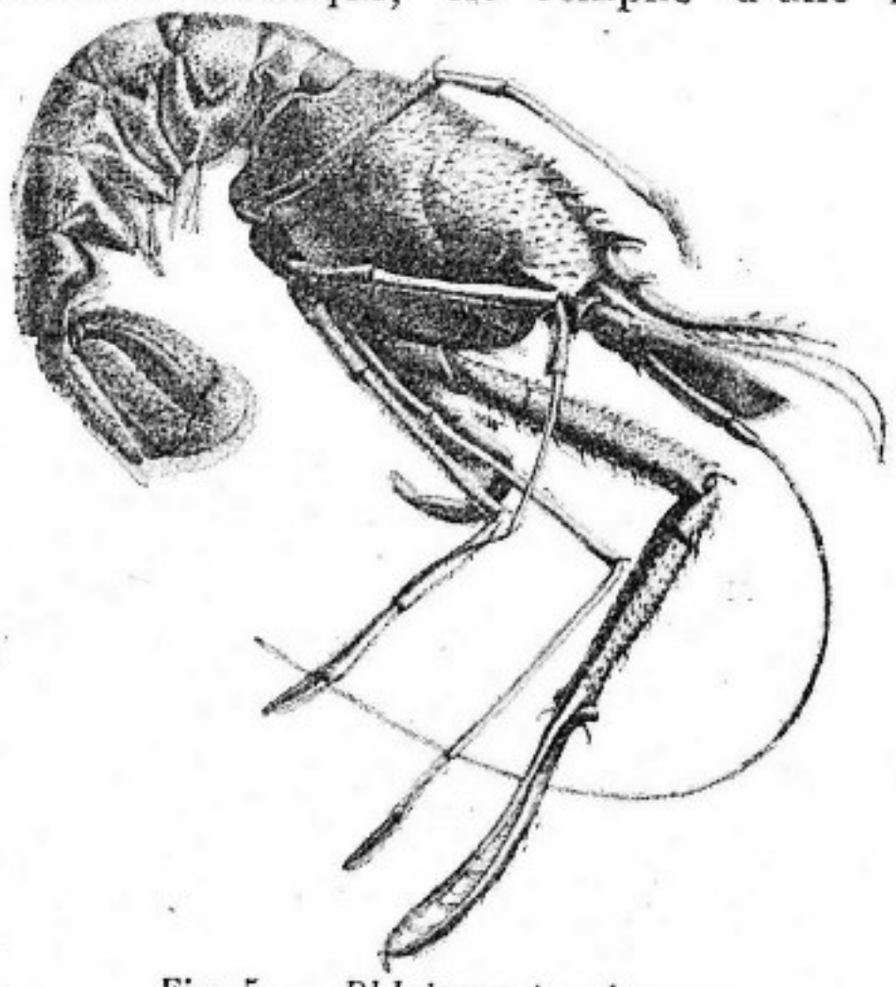


Fig. 5. — *Phloberus tenuimonus.*
Crustacé aveugle.

mense nappe d'eau très froide qui s'étend d'un pôle à l'autre et, par ses deux extrémités, n'est que la continuation des eaux polaires.

Au contraire, les eaux superficielles sont de plus en plus chaudes à mesure que l'on se rapproche de l'équateur où elles dépassent 30°. Un fait important à retenir c'est que les eaux profondes et froides, d'origine polaire, ne sont agitées ni par les vagues, ni, du moins au point de vue biologique, par les marées, ni par de grands courants comme le Gulf Stream. Aussi semblent-elles reposer sur le fond dans une immobilité complète.

Mais, en réalité, il n'en est pas ainsi. Les eaux polaires descendent lentement, insensiblement, en glissant sur le fond. Elles y sont attirées par un appel que produit l'eau de la surface équatoriale chauffée par le soleil, et qui s'écoule pour constituer les grands courants. Ce départ est compensé par l'eau du fond qui, sous l'équateur, s'élève lentement, en se réchauffant, vers la surface, et de l'eau des pôles vient lentement la remplacer par le fond. C'est une circulation constante à très faible vitesse sur le sol sous-marin.

Ce lent courant froid entraîne les animaux de la surface des mers polaires dans la région abyssale jusque sous l'équateur et ce sont eux qui, de génération en génération, de siècle en siècle, ont pris une part prépondérante à la constitution de la faune abyssale.

*
* *

Maintenant que nous avons examiné l'habitation, nous allons jeter un coup d'œil sur ses habitants.

Remarquons qu'en traversant les régions superficielles du littoral, nous avons trouvé un très grand nombre d'animaux carnivores et herbivores. Plus bas, la flore a disparu et avec elle les animaux herbivores. Il ne reste donc plus que des carnivores.

Plus bas, ceux-ci commencent à se raréfier ; déjà, entre 2 et 3.000 mètres d'importantes classes d'animaux n'ont plus aucun représentant.

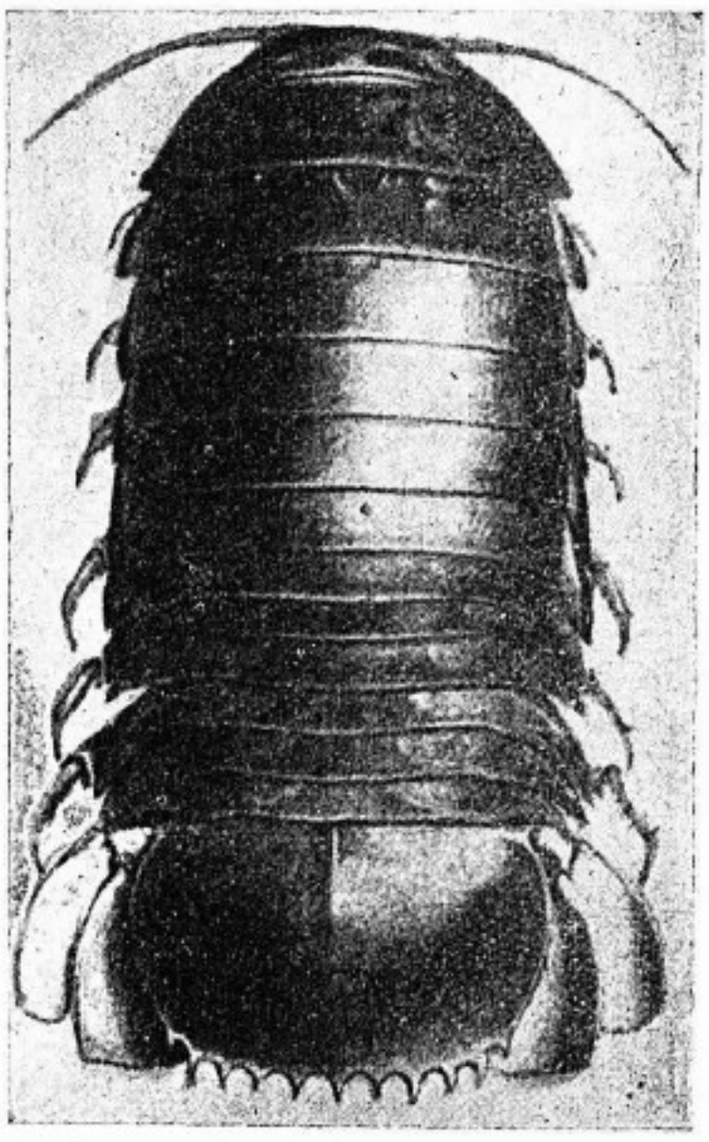


Fig. 6. — *Bathynomus giganteus.*

Vers 4.000 mètres, la faune s'est beaucoup appauvrie, vers 5.000 mètres on ne trouve plus grand'-chose. A 6.000 mètres, il n'y a plus que quelques unités éparses. Vers 7.000 mètres tout a disparu.

Cependant nous ne pouvons pas encore l'affirmer positivement, notre documentation est trop restreinte ; la partie explorée du sol abyssal est si faible par rapport à ce qui reste à étu-

dier, les dragages très profonds sont si rares, les croisières coûtent si cher, que nous ne sommes véritablement pas en droit de produire des affirmations générales et nous devons nous borner à des opinions probables.

Dans les grandes profondeurs, il y a des fa-

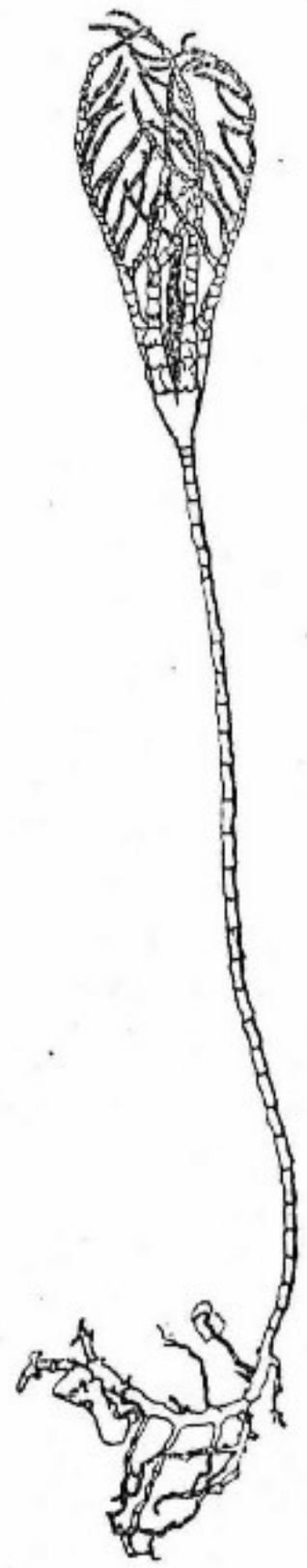


Fig. 7. — *Rhyzocrinus lofotensis.*
Crinoïde abyssal.

milles d'animaux largement représentées, qui constituent en réalité la faune abyssale.

Il y en a d'autres qui ne sont représentées que par de rares unités ; elles sont fort intéressantes pour les zoologistes, mais leur rôle est si faible dans l'ensemble du peuplement de la mer profonde que nous les laisserons de côté.

Parmi tous ces êtres, les uns, comme nous venons de le voir, sont fixés dans le sol, d'autres rampent à plat ou marchent sur la vase, d'autres nagent un peu au-dessus du fond où ils peuvent se poser ; il en est enfin qui, toujours, nagent entre deux eaux ; ce sont eux qui constituent le plancton.

Parmi les animaux fixés, voici un groupe très important, les *Spongiaires*. Ces animaux inférieurs habitent toutes les mers, à toutes les profondeurs ; mais, dans la faune abyssale manquent les éponges souples industrielles et les éponges à squelette calcaire. Il n'y a que des éponges dont le corps est soutenu par un squelette formé de silice. C'est une charpente transparente de grandes aiguilles semblables à des tiges de verre, entre lesquelles est tendue une dentelle admirable de fils ténus, soyeux, brillants ; c'est de l'opale, ressemblant à du cristal filé.

Certaines de ces éponges atteignent un mètre de haut ; elles sont ancrées dans la vase par des cordages de verre, la partie supérieure restant libre dans l'eau ; certaines ont la forme d'un cylindre dont l'orifice supérieur est fermé par un grillage destiné à empêcher les parasites de venir s'y loger.

Ces éponges se reproduisent par des larves qui nagent un certain temps et disséminent

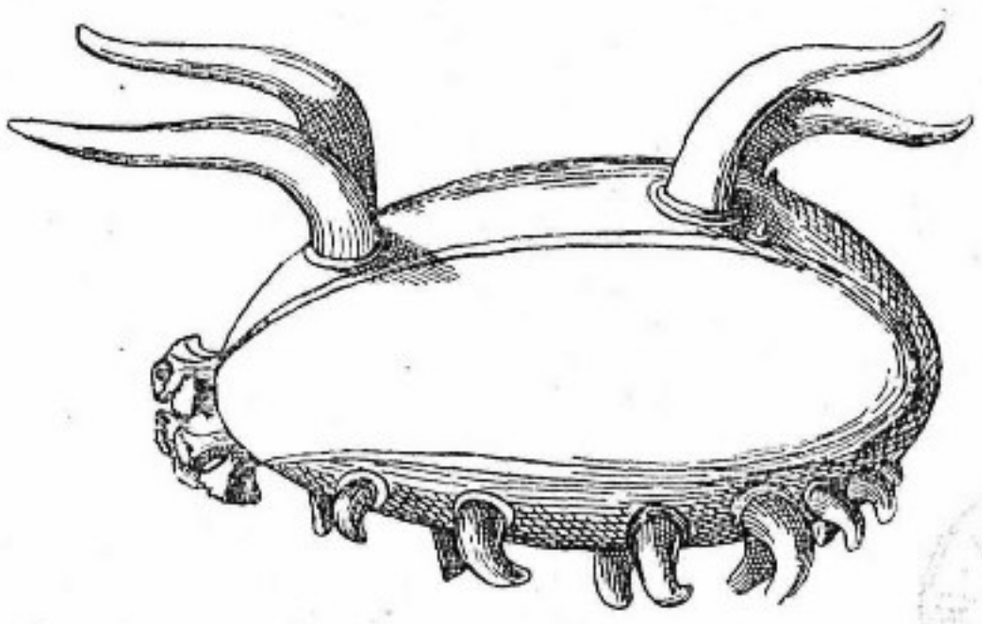


Fig. 8. — *Scotoplanes globosas.*
Holothurie abyssale.

ainsi leur descendance, ou bien par des bourgeons qui se détachent du parent et vont se fixer dans le voisinage, créant ainsi des colonies où la population est serrée.

Les *Echinodermes* constituent une partie très importante de la faune profonde. Nous en avons vu déjà de nombreux représentants, des Oursins, des Etoiles de mer, sur la côte. Mais il y en a beaucoup d'autres qui vivent plus profondément.

Les *Astéries* ou Etoiles de mer sont très abondantes jusque vers 1.000 mètres ; il en est qui descendent entre 5 et 6.000 mètres. Certaines d'entre elles deviennent minces comme une feuille de papier et presque transparentes. Elles rampent sur la vase (fig. 1).

Les *Echinides*, autrement dit les Oursins, descendent aussi profondément. Ils diffèrent assez peu des types superficiels ; les uns, les moins nombreux, ont une forme régulière à cinq secteurs semblables entre eux, les autres, dits irréguliers, sont plus nombreux et vivent enfoncés dans la vase.

Il faut citer un groupe très curieux, où les plaques calcaires de la carapace ne forment pas une enveloppe continue, mais elles sont séparées les unes des autres et l'animal est devenu mou et flasque, très peu calcaire. On dirait un Oursin rachitique qui s'est décalcifié et qui rampe en ondulant. Ce sont les *Echinothurides*.

Les *Holothuries* sont des Echinodermes à peau molle, ressemblant à de grosses limaces, dont certaines atteignent un mètre de long, qui rampent sur la vase. On en connaît un grand nombre d'espèces depuis la surface jusqu'à plus de cinq mille mètres de profondeur (fig. 8).

Les plus curieuses de leurs formes abyssales ont sur le dos de très grandes papilles ou même un énorme appendice caudal presque aussi long que le corps lui-même. Leur bouche s'est adaptée à une nourriture très spéciale dont nous reparlerons plus tard. Elles ont souvent de belles teintes violettes. Ces Holothuries comptent parmi les animaux les plus carctéristiques de la faune profonde.

Les *Crinoïdes* sont des Echinodermes très différents des autres membres de la famille. Ils ressemblent à une fleur à pétales frangés, qui tantôt reste au bout d'une longue tige fixée, tantôt s'en détache, ce qui lui permet de ramper sur le sol (fig. 7).

Ces êtres forment souvent de véritables massifs, ou des prairies sur le sol marin, entre 2 et 3.000 mètres de profondeur. Ils y abondent encore, mais ils ont été beaucoup plus nombreux dans les temps géologiques les plus reculés, car nous en retrouvons les débris dans les terrains précambriens et dans d'autres fort anciens aussi ; ils ont formé ce qu'on nomme les calcaires à entroques, amas compacts de leurs débris soudés entre eux.

Un autre grand groupe est largement représenté dans la faune abyssale. Ce sont les *Cœlentérés*. Ces êtres, dans l'ensemble du règne animal, tiennent une place tellement considérable que l'on a pu dire qu'à eux seuls ils constituent un ensemble plus varié et plus nombreux que tout le règne végétal réuni.

On y trouve d'admirables animaux, aux couleurs les plus variées et les plus brillantes, les Coraux, les Méduses, les Gorgones, les Anémones de mer, etc.

Parmi eux se trouvent des représentants de leurs principaux types presque à tous les étages de la mer, il en est qui atteignent presque 6.000 mètres.

Certains Coraux forment des buissons enchevêtrés dont les branches ont la dureté de la porcelaine et supportent de charmantes fleurs transparentes qui ne sont autre chose que les polypes qui les ont construits.

Nous venons d'en voir aux formes plates, posées sur la vase. Les Gorgones arborescentes,

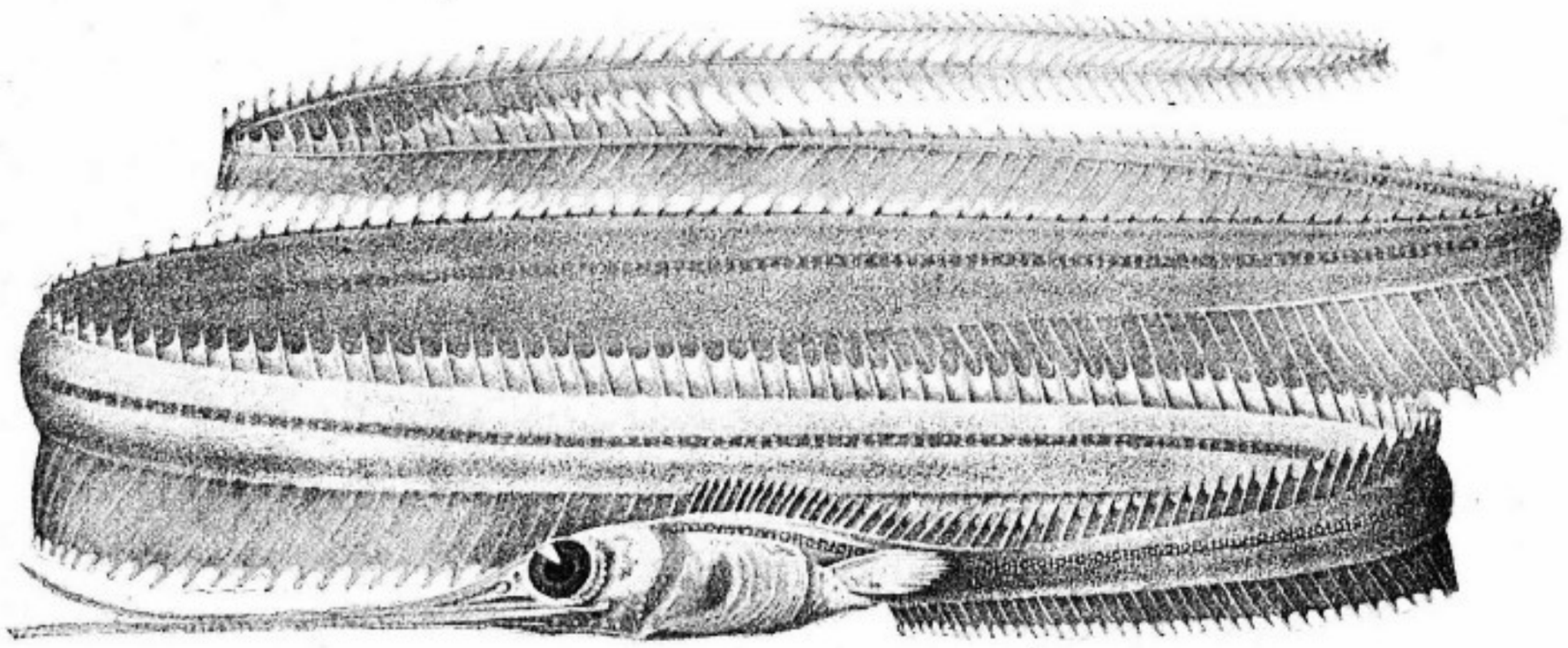


Fig. 9. — *Nemichthys fronto.*

les Virgulaires aux tiges souples, les admirables Pennatules ont des représentants non moins élégants dans la mer profonde. Ils y constituent des oasis dont les arbres, atteignant çà et là plusieurs mètres, sont brillants de lumières aux teintes les plus variées. Les plus remarquables sont les Isis.

Les *Crustacés* ne sont représentés sur le sol abyssal que par un petit nombre de familles, mais elles sont d'un grand intérêt. Certains de ces animaux atteignent de grandes dimensions et sont souvent d'une belle couleur rouge ; des Crabes ont près de 3 mètres d'envergure, tant leurs pattes deviennent immenses ; d'autres, peu éloignés du vulgaire Crabe des plages, ont près d'un mètre de large. Presque tous ces animaux ont sur leur carapace de grands piquants, des ornements copieux.

Il en est qui s'aplatissent sur le sol, comme le *Bathynomus*, qui ressemble à un énorme cloporte de 22 centimètres de long (fig. 6).

Citons encore les *Alicella* qui ne sont autre

chose qu'une puce de mer de 16 centimètres, vivant à 5.285 mètres. Une foule d'*Isopodes* ont des formes extraordinaires.

Citons encore les *Pantopodes*, dont les pattes immenses supportent un corps si petit qu'il est tout juste suffisant pour leur servir de point d'attache ; ils atteignent 50 centimètres de long.

Parmi les *Mollusques*, remarquons des *Nudibranches*, petits et délicats sur la côte, mais qui, à 4.500 mètres de profondeur, deviennent grands comme la main. N'oublions pas les *Pleurotomaires* qui sont, à quelques centaines de mètres de profondeur, les très rares et derniers représentants d'innombrables mollusques qui peuplèrent les mers des temps primaires.

Quelques Pieuvres descendent jusque vers 2.500 à 3.000 mètres, mais les Céphalopodes abyssaux sont surtout planctoniques.

Les plus caractéristiques des Poissons abyssaux sont les *Macrurus* qui descendent jusqu'à 6.000 mètres, Ils ont une tête énorme, avec une bouche protractile adaptée à ingurgiter de la vase (fig. 4).

Il faut encore citer d'assez nombreux représentants de la famille des *Anguillidés*, et l'Anguille elle-même qui, à sa période de reproduction, devient un poisson abyssal.

Nous venons de passer sommairement en revue quelques-uns des êtres les plus caractéristiques de la mer profonde. Nous devons maintenant nous demander comment ils y vivent.

Et d'abord, que mangent-ils?

Nous avons vu que, dans les eaux littorales, il y a de nombreuses plantes et une foule d'herbivores qui s'en nourrissent. Puis les plantes disparaissent et les animaux herbivores avec

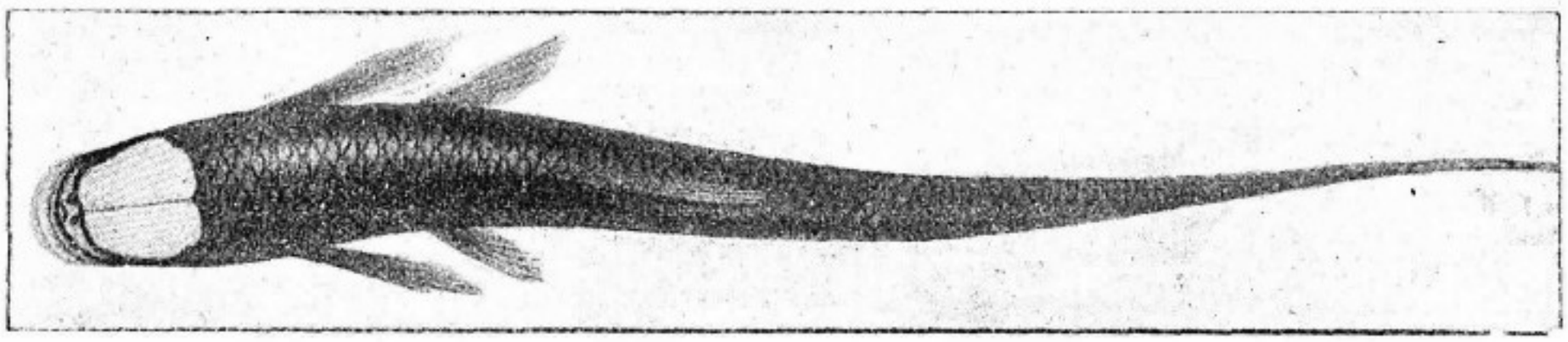


Fig 10. — *Ipnops Murrayi*
Poisson aveugle dont les yeux sont remplacés par deux plaques lumineuses.

Les *Poissons* ne vivent qu'en petit nombre sur le sol sous-marin dépassant 4.000 mètres. Ce sont des rameaux détachés de quelques-unes des grandes familles littorales qui, par leur adaptation à la vie abyssale, ont acquis une physionomie très particulière.

Ils diffèrent souvent beaucoup par leur aspect de ceux des eaux littorales, dont, cependant, ils sont issus ; mais si l'on examine leur structure, on retrouve leurs caractères fondamentaux et leurs affinités originelles masquées par une foule de détails adaptés à leur vie abyssale.

La plupart de ces poissons prennent une teinte très foncée, presque noire le plus souvent, mais elle est uniforme et manque toujours des zébrures, bandes, taches, des teintes vives et variées qui font l'ornementation des poissons du rivage, surtout dans les eaux tropicales.

Beaucoup de ces poissons ont une longue queue, en forme de fouet, parcourue sur toute la ligne médiane du dos et du ventre par une longue nageoire ininterrompue, ce qui est un caractère archaïque.

Les poissons plats, comme les Soles, les Turbots et les Raies, qui, pourtant, sembleraient indiqués pour ramper sur la vase profonde, manquent presque complètement.

elles ; au large les couches superficielles renferment une quantité de petites plantes flottantes qui servent de pâture aux animaux planctoniques, surtout à de petits Crustacés innombrables, les *Copépodes*.

Tous ces organismes meurent et leurs débris descendent, comme une pluie alimentaire, à travers les couches d'eau vers le fond. Quand le sol sous-marin n'est pas trop éloigné, il reçoit une bonne partie de cette pluie dont se repaissent les nombreux animaux rampants et fixés. Mais quand la mer est très profonde, la plupart des êtres qui n'ont pas été happés en route, fondent et se dissolvent ; il en arrive très peu sur le sol ; aussi, plus la mer est profonde, plus la nourriture se raréfie et plus la faune benthique s'appauvrit.

Certains animaux sont pourvus d'engins de capture de ce petit plancton, mort ou vif ; ils tendent leur filets, comme des toiles d'araignée, pour saisir cette fine pluie alimentaire.

Les débris animaux qui tombent sur le sol abyssal, y subissent une sorte de putréfaction spéciale, très ralentie dans ce milieu salé et froid. Les cadavres se transforment en une sorte de gelée albumineuse qui se répand sur la vase. C'est la nourriture principale d'animaux variés, Poissons, Holothuries, Mollus-

ques, qui ingurgitent en grande quantité cette vase afin d'en extraire la faible proportion d'albumine qu'elle renferme.

Les animaux qui se nourrissent ainsi sont les *limivores*.

Il y a, en outre, des chasseurs qui, là comme partout, cherchent à capturer des proies vivantes. Parmi eux je signalerai des poissons remarquables par leur extraordinaire maigreur; beaucoup d'entre eux appartiennent à la famille des Anguilles ; ils n'ont littéralement que la peau sur les os (fig. 9 et 11).

De temps à autre ils saisissent dans leur gueule énorme et dilatable des poissons plus gros qu'eux qu'ils introduisent dans leur estomac dilatable qui se distend en une énorme poche saillante sous leur ventre. Comme sa paroi est transparents, on voit au travers, ces grosses proies en voie de digestion (fig. 12). Il est probable que pareille aubaine n'arrive pas souvent au cours de leur existence, aussi quand l'occasion se présente, ils doivent faire provision de matière alimentaire pour un long espace de temps.

D'autres animaux se contentent de puiser dans l'eau la faible proportion de matière albuminoïde qui y est dissoute ; il est probable, enfin, que les microbes répandus sur la vase servent aussi à la nourriture des animaux du fond.

Nous savons très peu de chose sur la reproduction des animaux abyssaux, étant donnée la difficulté de se procurer leurs œufs et leurs larves.

On sait, cependant, que chez beaucoup d'entre eux, comme aussi chez les habitants des mers polaires, les œufs sont incubés dans des poches protectrices spéciales ; ils n'en sortent que sous la forme de jeunes qui ont supprimé de leur évolution les phases planctoniques libres.

On connaît des animaux abyssaux, par exemple des Crustacés, vivant sur le sol, dont les larves montent subir, dans les eaux superficielles éclairées et chaudes, les premières phases de leur développement ; ensuite, quand elles ont acquis leurs formes définitives, elles plongent pour regagner le fond où elles acquièrent progressivement, leur taille adulte.

Il est inutile de rappeler le cas si intéressant de l'Anguille d'eau douce européenne qui, au moment de pondre, fait un voyage de 6.000 kilomètres sur la vase abyssale pour aller pondre ses œufs dans la mer des Sargasses à 1.000 mètres de profondeur. Il en sort une petite larve transparente qui remonte dans les eaux superficielles, et, après trois ans de voyage, regagne l'Europe où, près de la côte, elle subit une

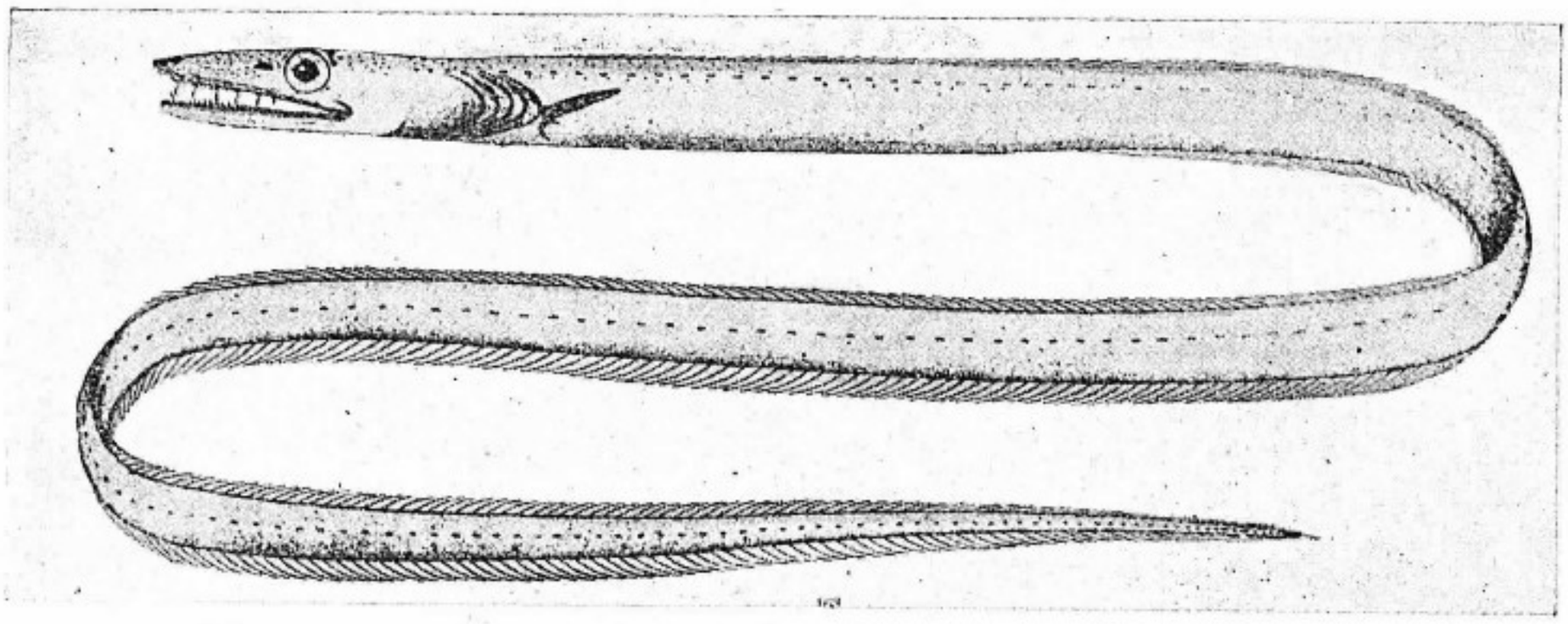


Fig. 11. — *Hoplumis diomedianus.*

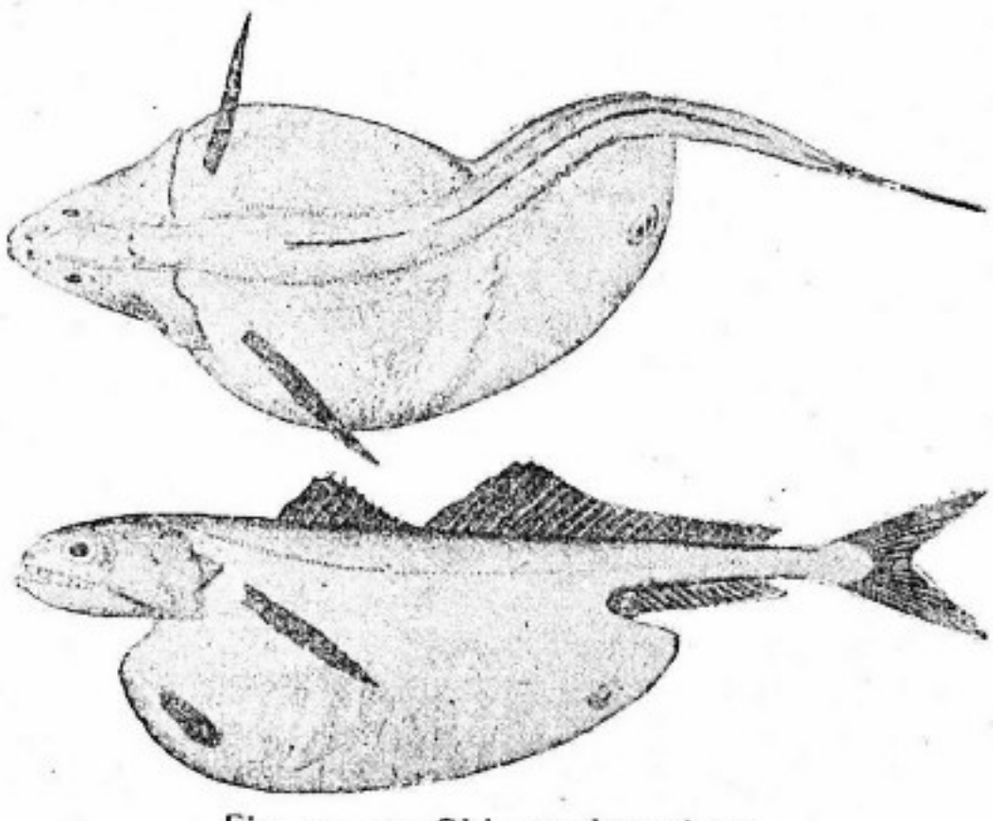


Fig. 12. — *Chiasmodon niger.*
Poisson abyssal ayant avalé un autre poisson plus gros que lui (dos et profil).

métamorphose qui lui donne sa forme définitive d'Anguille avant de peupler tous les cours d'eau.

Maintenant que nous avons une idée sommaire de la population du fond des Océans, une question se pose ; d'où est-elle venue?

Depuis que les naturalistes ont acquis la certitude que les abîmes sont habités, ils se sont demandé quelle est l'origine de cette faune.

Les uns ont pensé qu'elle a été créée là, comme toutes les autres, dans tous les endroits du monde, et qu'elle n'a jamais changé depuis l'origine de la vie. C'est une opinion purement métaphysique à laquelle les naturalistes modernes ne souscrivent plus.

D'autres ont émis l'opinion que c'est dans les abîmes des mers que sont apparus les premiers êtres vivants et qu'ils sont remontés de là pour peupler les côtes. Toutes les observations modernes sont contraires à cette conception ; on l'a donc abandonnée.

Tout ce que nous avons appris depuis près d'un siècle, nous montre que c'est, au contraire, de la faune littorale des Océans, que sont partis les ancêtres des animaux, qui peuplent actuellement leurs grandes profondeurs.

Si l'on examine le cas particulier de l'Atlantique, qui est le mieux connu des océans, on voit qu'une grande partie de sa faune profonde est constituée par des animaux qui vivent sur les côtes d'Islande, de Norvège, du Groënland. Ils sont partis de là, en suivant, de génération en génération, la nappe d'eau froide polaire qui glisse lentement sur le fond de la cuvette océanique. Ils y ont trouvé la température basse, la luminosité faible du climat arctique. Ils se sont adaptés progressivement à la pression croissante ; ils ont dû commencer cette migration au début des temps tertiaires, il y a quelque 50.000 ou 100.000 siècles. Et, maintenant, on les trouve installés dans les abîmes de l'Atlantique équatorial.

A ceux-ci se sont mêlés les descendants d'animaux littoraux partis de toutes les côtes américaines, européennes, africaines de l'Atlantique. Un petit nombre d'entre eux seulement a réussi à s'adapter à ce genre de vie tout différent de celui de leurs ancêtres. Ils ont eu beaucoup plus de mal à s'acclimater, aussi, peu d'entre eux y sont-ils parvenus.

L'ensemble de ces êtres de double provenance, constitue la faune abyssale Atlantique actuelle.

On connaît maintenant un autre centre de peuplement spécial aux *Crinoïdes*, qui, d'après les travaux d'un savant américain, Clark, sont partis de la région sud-asiatique de Java, Sumatra, Bornéo, et de là ont rayonné, avec des vicissitudes diverses à travers tous les océans. Il est vraisemblable que cette méthode n'est pas spéciale aux seuls Crinoïdes.

Mais il est encore trop tôt pour trop préciser et pour généraliser ; nous avons, depuis un siècle, vu naître, s'épanouir, puis s'évanouir tant de célèbres explications des phénomènes de la vie, qu'il est de la plus élémentaire prudence de ne pas en émettre de nouvelles qui seraient destinées à subir, très vite, le sort de leurs devancières.

LA MESURE DE LA VISCOSITE

UN VISCOSIMÈTRE DE PRÉCISION

par P. LECOMTE du NOUY

Chef du Service de Biophysique moléculaire à l'Institut Pasteur

La mesure de la viscosité a fait l'objet d'un nombre considérable de travaux depuis le début du XIXe siècle, et les lois qui gouvernent l'écoulement et le frottement interne des liquides sont parmi celles qui sont le mieux connues (1). Cependant, lorsqu'il s'agit de mesurer la viscosité de petites quantités de liquide avec une précision limitée uniquement par celle avec laquelle on peut maintenir la température constante, on rencontre de grandes difficultés. Ces difficultés sont encore augmentées quand il s'agit d'opérer sur les solutions dites colloïdales, telles que le sérum sanguin, et les suspensions véritables. Tous les appareils basés sur l'emploi de tubes capillaires, qui donnent d'excellents résultats, ainsi que Poiseuille l'a montré (1), dans le cas des liquides purs et des

(1) BINGHAM E. C., dans un ouvrage *Fluidity and plasticity*, New-York, 1922 et HATSCHEK E., dans *Die Viskosität der Flussigkeiten*. Steinkopf, Dresden, 1929, ont admirablement étudié la question, et l'on trouvera dans ces ouvrages une importante bibliographie.

(1) POISEUILLE J. L. M., *C. R. Ac. Sc.*, 1842, XV, 1167; *Mém. Sav. Etrangers*, 1846; IX, 433.

solutions de cristalloïdes à petites molécules, sont *inapplicables* dans le cas des colloïdes, et même dans le cas des huiles (phénomène de « clogging »). Quand l'opération dure un certain temps, on mesure l'obstruction du capillaire, par suite d'adsorption, plutôt que la viscosité. On sait, d'ailleurs, que la vitesse d'écoulement est loin d'être indifférente. De plus, au point de vue pratique, le nettoyage des capillaires est très difficile. Pour ces différentes raisons, nous nous sommes efforcés de réaliser un appareil échappant aux critiques précédentes, employant de faibles quantités de liquide (de l'ordre de 1 cc.) et dont la sensibilité peut être variée depuis la plus grande (viscosité de l'air, 6e décimale) jusqu'à la sensibilité moyenne (huiles), en quelques minutes. Le nettoyage est très rapide et le contrôle de la température très aisé.

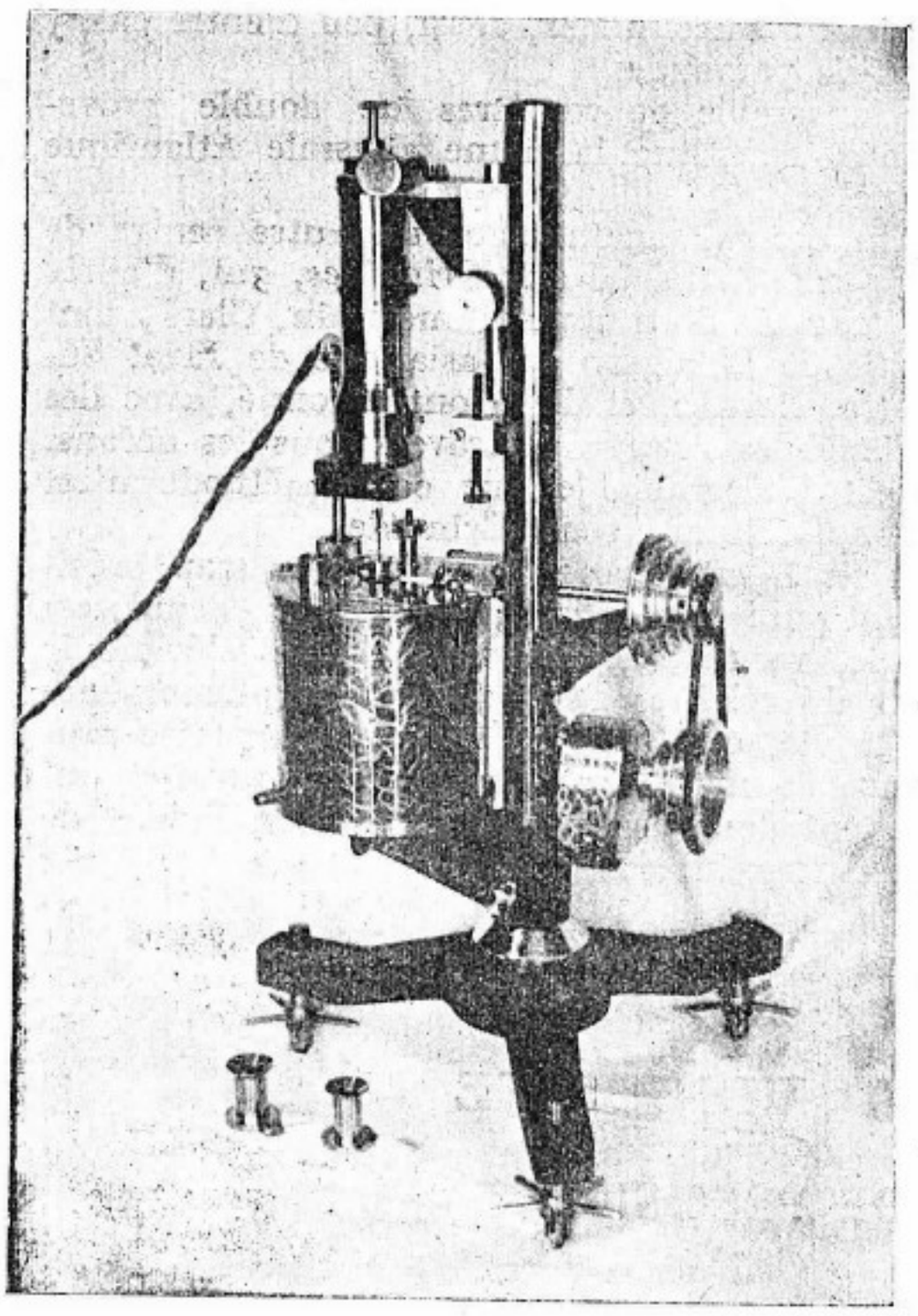


Fig. 1. — Viscosimètre seul, monté. Au pied se voient deux cylindres de dimensions différentes destinés à contenir le liquide étudié.

Le principe auquel nous nous arrêtâmes fut celui des cylindres coaxiaux, étudié et employé semble-t-il, pour la première fois par Saint-Venant (1), puis par Boussinesq (2), Stokes (3), Margules (4), mais surtout par Couette (5), qui l'envisagea au point de vue pratique et réalisa un appareil excellent, qui fut, plus tard, perfectionné par Mallock, par Gurney et par Hatschek. Mais tous ces instruments, construits dans les laboratoires, exigent de grandes quantités de liquide et ne comportent pas de régulation de température très précise. De plus, les mesures prennent du temps et le nettoyage en est difficile : on ne peut passer d'un échantillon à l'autre qu'au prix de réelles difficultés.

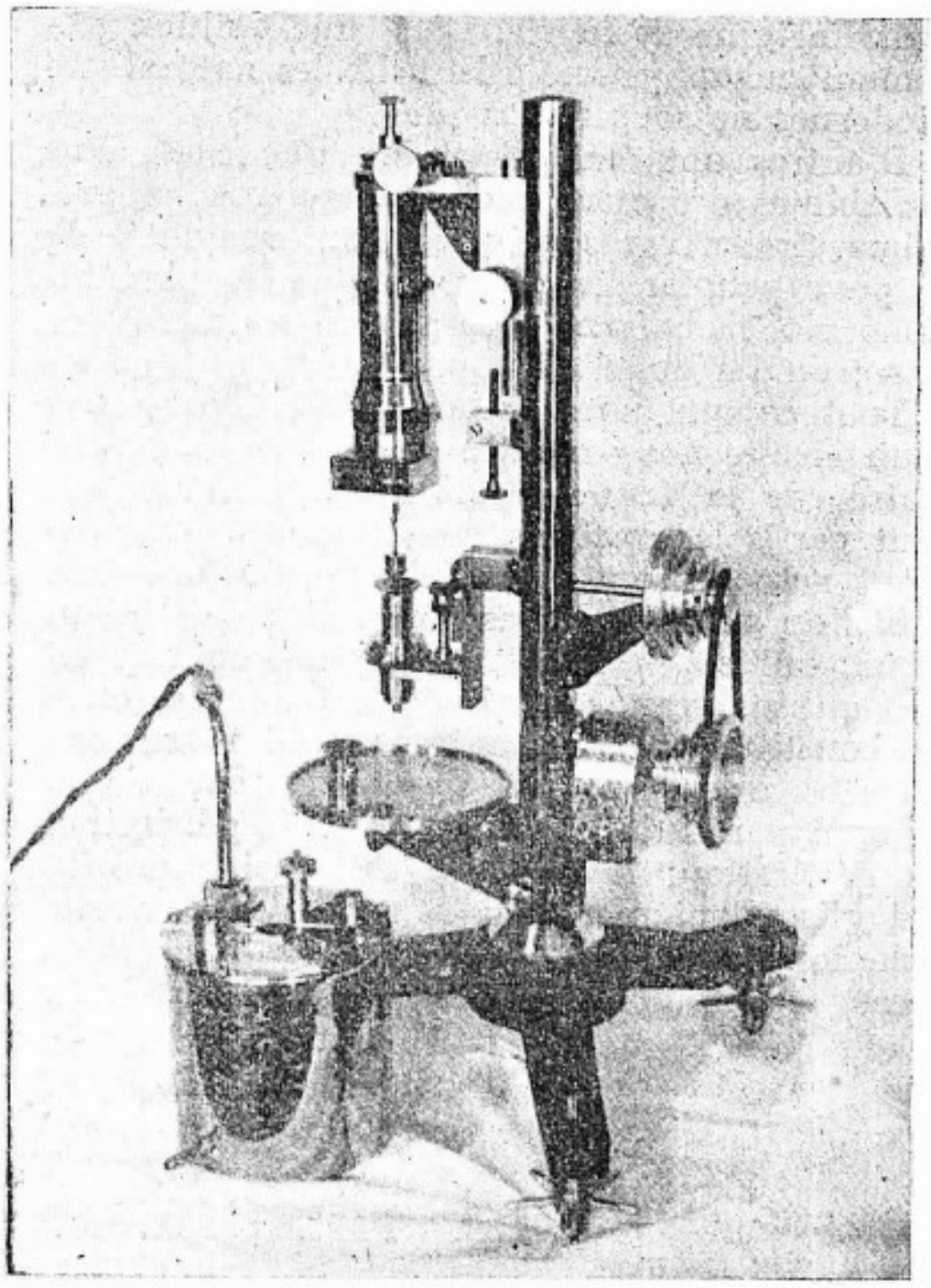


Fig. 2. — Le viscosimètre démonté. On en a retiré l'enceinte à double paroi pleine d'huile dans laquelle plonge le cylindre entrainé par la table à engrenage. On voit le cylindre plongeur suspendu au-dessus du cylindre mobile. A droite, le dispositif de démultiplication.

(1) Saint-Venant, Mémoires inédits (15 février 1847); *C. R. Ac. Sc.* 1872, LXXIV.

(2) Boussinesq, *Essai sur la théorie des eaux courantes*, Paris, 1873, 62.

(3) Stokes, *The Cambridge Phil. Soc.*, 1845, III, 287.

(4) Margules, *Wiener Ber., 2te Abt.* 1881, LXXXIII, 588 .

(5) Couette M., *Ann. de Chim. et Phys.* 6me série, 1890, XXI, 433; *J. de Phys.* 2e série, 1890, IX, 414, 566.

Le principal avantage de cette méthode est la proportionnalité directe entre le couple de torsion subi par le cylindre intérieur, si c'est le cylindre extérieur qui tourne, et la vitesse de rotation de ce dernier. En d'autres termes, les lectures sont proportionnelles au nombre de tours par minute, d'où grande facilité pour changer la sensibilité. Il est évident que cette proportionnalité ne se vérifie que pour des vitesses modérées, telles qu'il ne se produise pas de mouvements turbulents dans le liquide.

Ces faits ont été bien établis par Couette, qui a montré que le rapport $\frac{\text{P (couple de torsion)}}{\text{N (nombre de tours)}}$ était constant, jusqu'à une certaine valeur maxima de N. Dans son appareil, où les rayons des cylindres étaient respectivement égaux à 14,63 cm. et 14,39 cm., le maximum tolérable était de 55 tours par minute. Au delà de cette vitesse, le régime devient turbulent. Pour la viscosité de l'air, il montra que ce même rapport (exprimé par $\frac{T}{N}$, T étant l'angle de torsion) est constant à 0,01 pour 100 près, jusqu'à 300 tours-minute. Dans l'appareil que nous avons construit, la vitesse de rotation est toujours inférieure à 16 tours-minute, ce qui, pour un cylindre de 10 m/m de diamètre représente environ 50 cm./minute de vitesse linéaire, vitesse beaucoup plus faible que celle réalisée dans l'appareil de Couette.

La formule de Couette, obtenue par intégration des équations de Navier (1) est

$$M = \frac{4\pi\Omega R_1^2 R_0^2 h\varepsilon}{R_1^2 - R_0^2}$$

où Ω = vitesse angulaire du cylindre mobile extérieur de rayon R.,
M = moment, par rapport à l'axe, du frottement exercé par le fluide sur une tranche de hauteur h du cylindre intérieur de rayon R_0.
ε = Coefficient de frottement interne du fluide (le symbole adopté maintenant est η).

Les deux principales objections que l'on a faites à cette méthode sont : 1° le glissement des molécules à la surface des cylindres et 2° les erreurs pouvant provenir de l'excentricité des deux cylindres. Nous allons les étudier brièvement.

1° Glissement. Cette question a été discutée depuis que le problème existe, mais on peut dire que jamais personne n'a réussi à démontrer expérimentalement le glissement. Les expériences très soignées de Couette l'ont conduit à la conclusion qu'il n'y avait *jamais* de glissement, quelle que soit la nature des parois des cylindres. Telle est également l'opinion de Hatschek et de Bingham qui, dans son livre, cite plusieurs autres expérimentateurs à l'appui de sa thèse. Il semble donc qu'on puisse éliminer cette objection complètement. Nos expériences nous ont convaincus qu'elle était mal fondée.

2° *Excentricité*. — Ici encore, Couette a fait une étude approfondie du rôle joué par l'excentricité et a obtenu la formule :

$$M = \frac{2\pi\varepsilon\Omega R_0^2 R_1^2}{a} \int_{z_0}^{z_0+h} \frac{dz}{\sqrt{1-m^2}}$$

où $a = R_1 - R_0$ = épaisseur moyenne de la couche liquide.
m = excentricité relative.

Ceci conduit aux conclusions suivantes, dont la première est d'importance capitale.

1° L'excentricité n'affecte pas la proportionnalité du moment à la vitesse de rotation et au coefficient de viscosité.

2° Le moment est minimum quand $m = o$, c'est-à-dire quand les cylindres sont coaxiaux.

3° Si l'on néglige l'excentricité, une erreur relative est introduite, mais cette erreur reste petite, et permet des mesures comparatives. Si les axes sont parallèles, l'erreur relative dans l'évaluation de ε sera $\frac{m^2}{2}$

Comme m est toujours plus petit que 1, on voit que l'erreur est petite. Le point important est que, pour un certain réglage, toutes les mesures soient comparables.

Description de l'appareil (1).

Les figures 1 et 2 montrent, mieux qu'une description, la disposition générale de l'appareil. Les cylindres mobiles, très rapidement interchangeables (quelques secondes) ont des diamètres variant entre 10 m/m et 30 m/m, ce qui permet de mesurer, avec la même suspension, des viscosités échelonnées entre celle de l'air et celle des huiles de graissage. La suspension est un ruban de bronze phosphoreux (suspension de galvanomètre sensible) de 0,005 cm. d'épaisseur, et de 14,5 cm. de longueur. Le cylindre central est une masse métallique dorée, de 8 m/m de diamètre et de 10 m/m de hauteur, se terminant en cône afin de permettre aux bulles d'air de remonter facilement à la surface. Ce cylindre — ou plongeur — est accroché à l'équipage portant le miroir

(1) Navier G. L. M., *Mém. Ac. des Sc.*, 1823, VI, 389.

(1) Lecomte du Nouy, *J. Gen. Physiol.*, Vol. V, p. 429 (1923).

par un simple crochet lui permettant de reprendre exactement sa place. L'équipage est fait de deux parties de métal séparées par un barreau d'ivoire, afin que la température du liquide étudié ne puisse se propager jusqu'à la suspension. Ce détail est très important quand on détermine des coefficients de température.

Derrière le miroir se trouve un dispositif d'amortissement formé d'un léger barreau d'aluminium, replié de façon à ce que ses pointes

d'une circulation rapide d'eau. Le thermostat proprement dit est donc séparé du viscosimètre et comprend un régulateur sensible à mercure, un relai, et un chauffe-eau électrique ordinaire. Une petite pompe centrifuge fait circuler l'eau très rapidement, dans l'ensemble, dans l'ordre suivant : Pompe-chauffe-eau (entre l'élément chauffant cylindrique et les parois il n'y a qu'un espace de 2 mm., de sorte que le rendement est excellent) régulateur (entièrement léché par

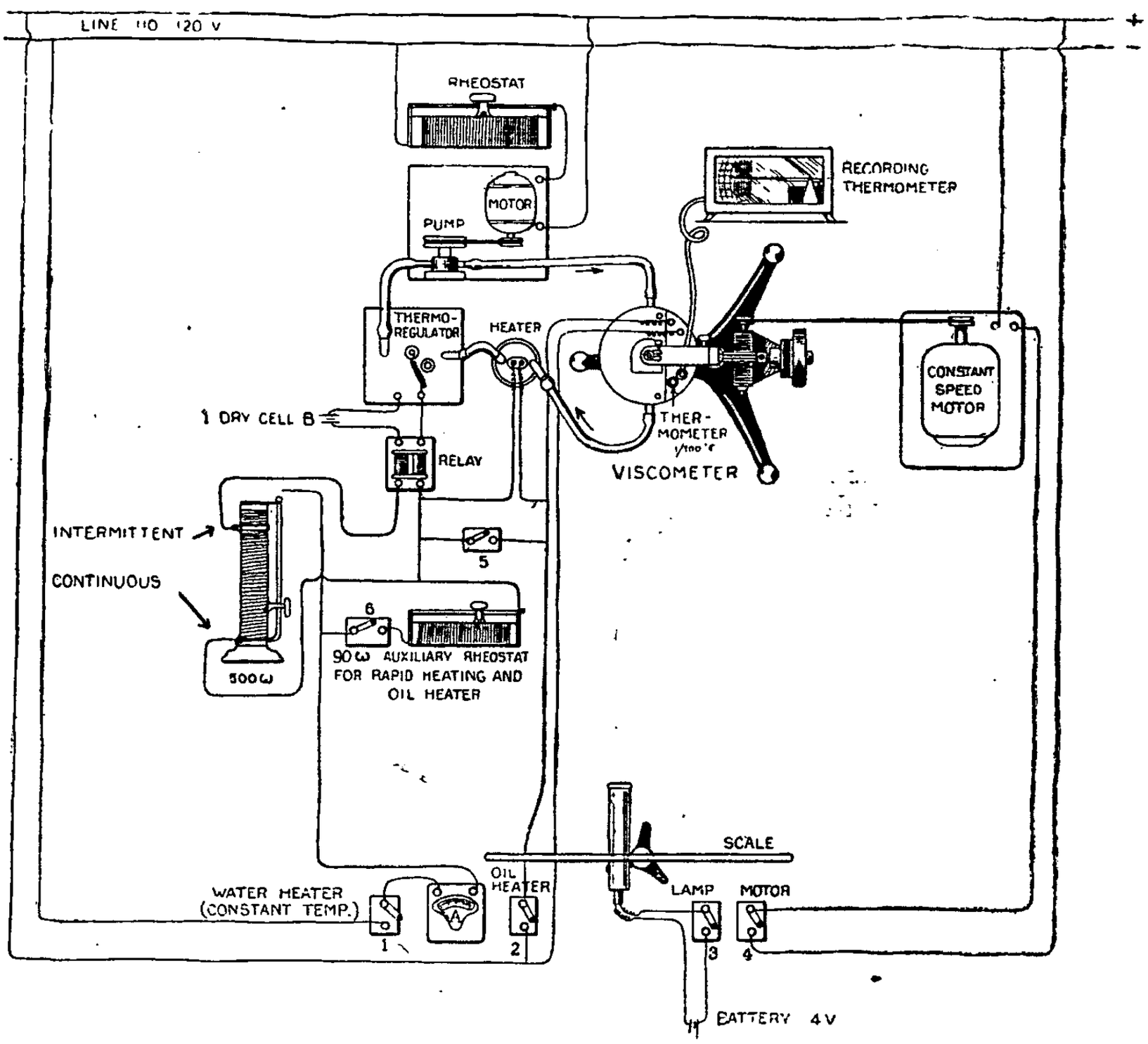


Fig. 3. — Schéma du dispositif thermostatique à circulation d'eau.
Pump : Pompe de circulation centrifuge ; *Heater* : Chauffe eau électrique ; *Dry cell* : Pile sèche.

plongent dans un bain circulaire d'huile de vaseline. Le spot obtenu est d'une stabilité très satisfaisante (± 0,5 mm.).

Les lectures se font sur une échelle transparente ou peuvent être enregistrées photographiquement.

Les engrenages, la table tournante et le cylindre mobile sont dans l'huile, ce qui permet un excellent contrôle de la température. De plus, une résistance est immergée au fond, de façon à faire monter la température suivant un gradient quelconque, pour les déterminations de coefficient de température. Mais l'huile est contenue dans une cuve à double paroi pour le maintien à température constante au moyen l'eau), double paroi du viscosimètre, et pompe. La masse d'huile (environ 800 cc.) agit comme volant thermique et, en raison de sa capacité propre, s'oppose aux fluctuations de température assez rapides de l'eau. En réglant des résistances placées sur le circuit alimentant le chauffe-eau, on s'arrange pour que le chauffage continu soit légèrement inférieur au chauffage intermittent commandé par le régulateur : un degré, par exemple. Alors, il est facile, si la température de la pièce ne varie pas d'un demi-degré pendant le cours d'une expérience, d'obtenir une période de régulation constante. Dans ce cas, la température du bain d'huile, et celle du liquide

étudié dans le cylindre, ne varient pas de plus de 1/200e de degré, et même mieux (fig. 3).

La rotation du cylindre est obtenue grâce à un moteur dont la vitesse est maintenue constante au moyen d'un régulateur centrifuge spécial agissant sur l'induction.. Les variations ne sont pas supérieures à 1 pour 1.000, soit 0,1 pour 100. On pourrait également utiliser un moteur synchrone, ou simplement un mouvement à poids.

Avant d'effectuer une mesure, il convient naturellement de centrer le cylindre central le mieux possible au moyen des vis calantes du trépied. On peut faire un centrage approximatif à l'œil, le cylindre extérieur (cuve) étant vide. Puis on le remplit d'alcool, par exemple, et l'on agit sur les vis pour obtenir le minimum de déviation, qui, nous le savons, correspond à l'excentricité 0. Il faut avoir soin de toujours verser le même volume de liquide dans la cuve, de façon à éviter l'erreur qui pourrait être due à l'action du liquide sur la queue de suspension du plongeur.

Etalonnage et emploi.

L'étalonnage peut être réalisé par comparaison avec un liquide dont la viscosité est bien connue à une température déterminée, l'eau, par exemple, ou même avec l'air. Nous allons donner un exemple d'étalonnage au moyen de l'air, afin de fixer les idées. La viscosité de l'air à 24° est 0,0001852 ; à 25°, 0,0001858 ; à 26°, 0,001865. Or, nous avons obtenu, pour une certaine place du cylindre intérieur dans le cylindre extérieur, une déviation de 5,5 mm. sur l'échelle à 1 mètre du miroir. (Cylindres de 10 à 8 millimètres de diamètre), le cylindre extérieur tournant à 16 tours-minute ; et une déviation de 109,5 mm. pour une vitesse 20 fois plus grande, soit 320 tours. En divisant 109,5 par 20, on obtient 5,48, au lieu de 5,5, valeur évidemment plus exacte, car il est impossible, sur l'échelle, de lire une différence de l'ordre de 0,2 mm. Dans des conditions identiques 0,9 cc. d'eau bi-distillée donna une déviation de 263 mm. (à 16 tours-minute). Un simple rapport donne la valeur de η pour l'eau à la température de l'expérience (25°).

$$\frac{x \text{ (viscosité de l'eau)}}{\eta_A \text{ (viscosité de l'air)}} = \frac{263}{5,48} = \frac{0,008916}{0,0001858}$$

La valeur de η_E cherchée est donc 0,008916. La valeur correspondante trouvée par la méthode de Poiseuille (tube capillaire), et publiée entr'autres, par Thorpe et Rodger (1) (1894) est 0,00891. On peut négliger la sixième décimale, car une différence de 1/100e de degré, entre 20 et 30° introduit une erreur de deux unités de la cinquième décimale dans la valeur du coefficient de viscosité, ce qui correspond à une erreur relative de moins de 0,2 pour 100 dans le cas actuel. Ce calcul donne une idée de l'ordre de grandeur de la précision atteinte.

Une autre expérience, réalisée avec une sensibilité différente (obtenue en rapprochant le plongeur du fond du cylindre mobile) et avec un nombre de tours différents, a donné les résultats suivants :

Température : 24°,95.
Nombre de tours : 5 par minute.
Lecture pour l'air, 3,9 approximativement.
2e lecture pour l'air, à 30 tours-minute : 23, ramenée à 5 tours (23 :6) = 3,833.
Coefficient de viscosité, air à 24°9 = η_A = 0,0001857 (1),
Lect. pour l'eau (0,9 cc. à 24°95, 5 tours-minute), 182.
d'où ;

$$\frac{182}{3,833} = \frac{\eta_E}{0,0001857}; \qquad \eta_E = 0,0088174$$

La première détermination à 25° avait donné 0,008916 à 25°. La différence est de 0,000098. L'écart de température est de 0°,05 qui devrait introduire une différence de 0,0001 dans la valeur du coefficient. Il y a donc une erreur absolue de 0,00002 unités C. G. S., soit une erreur relative de 0,025 pour 100. Etant donné les précautions prises, on peut estimer que ces conditions sont exceptionnelles et représentent le maximum de précision qu'on peut atteindre. En pratique, on ne doit pas compter sur une précision de plus de 0,1 0/0. Etant donné que 0°,01 d'écart dans la température introduit une erreur de 0,00002 dans le coefficient, soit ± 0,2 pour 100, on voit qu'on ne peut compter sur une précision totale de plus de ± 0,3 pour 100, tant que la température n'est pas réglée à mieux que 1/100e de degré près.

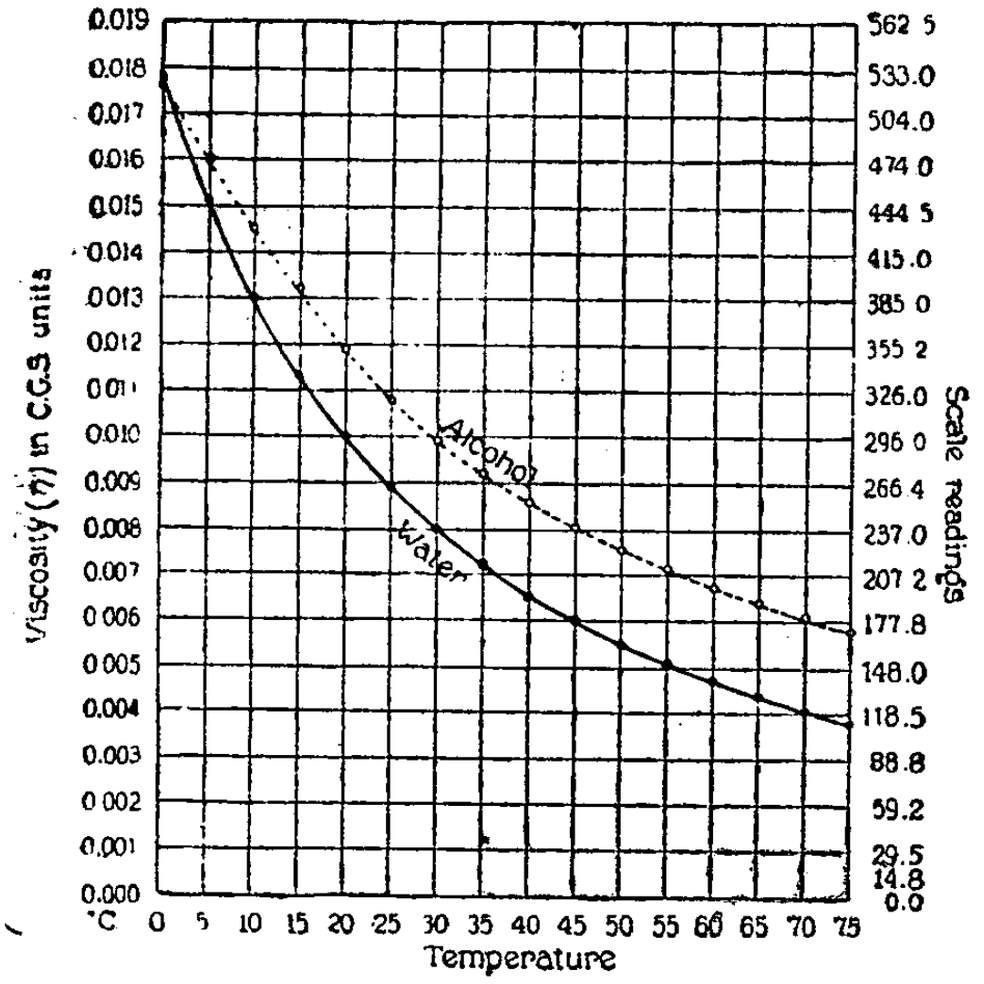
Les poulies montées sur l'appareil permettent de varier la vitesse du cylindre entre de grandes limites ; on peut, sans changer la vitesse du moteur, mesurer des coefficients de l'ordre de 0,0001 à 0,1, soit à peu près de 1/100e à 10 fois la viscosité de l'eau ; mais la limite supérieure peut facilement être repoussée, en agissant sur la vitesse du moteur, sur la suspension ou sur le diamètre du cylindre extérieur.

En pratique, le coefficient C. G. S. est moins employé que la viscosité spécifique, ou rapport $\frac{\eta}{\eta_E}$ du coefficient de viscosité du liquide en expérience à celui de l'eau. On a donc tout intérêt à

(1) Thorpe et Rodger, cités par Gouré de Villemontée, *Recueil de Constantes Physiques*, Paris 1913, 109.

(1) Ce chiffre a été calculé en appliquant la formule classique de Sutherland.

étalonner l'appareil avec de l'eau. Les lectures à l'échelle étant proportionnelle aux coefficients C. G. S., il suffit de diviser la lecture obtenue pour le liquide en expérience par la lecture trou-



g. 4. — Viscosité de l eau et de l'alcool éthylique en fonction de la température. Les valeurs obtenues au oyen du viscosimètre décrit dans cet article sont re-ésentées par les courbes. Les points et les cercles re-ésentent les valeurs étalons de Thorpe et Rodger mé-hode de Poiseuille, tubes capillaires) extraites des Ta-les de constantes. A gauche, les chiffres des ordonnées rrespondent aux valeurs absolues C. G. S. A droite trouvent les lectures sur l'échelle.

e pour l'eau à la même température, pour tenir la valeur de la viscosité spécifique.

La viscosité de l'eau, en raison de sa haute sion superficielle, est plus difficile à déter-ner que celle de n'importe quel autre liquide. mporte de s'assurer que les bords du cylindre rnant sont parfaitement mouillés. Au cas où mouillage serait mauvais, il suffit de toucher surface de l'eau avec un fil métallique trempé ns l'huile pour qu'une fine couche s'étende à surface de l'eau et rende les mesures très ai-s, sans les modifier sensiblement.

Les principaux avantages de ce microvisco-nètre sont en résumé ;

1° — Sa très grande échelle de sensibilités, aisément changées.

2° — Sa rigueur, pour toutes sortes de solutions et de suspensions.

3° — La facilité avec laquelle la température est réglée et contrôlée.

4° — La possibilité d'étudier sur le même échantillon les variations de la viscosité en fonction de divers facteurs (temps, température).

5° — La possibilité d'étudier les variations de la viscosité pendant le cours d'une réaction.

6° — L'emploi d'une très petite quantité de liquide.

7° — La facilité de nettoyage et la simplicité : pas de capillaires.

8° — La possibilité d'enregistrer photographiquement les variations de la viscosité.

C'est grâce à lui que nous avons pu découvrir l'existence d'un minimum absolu de la viscosité du sérum sanguin à 57° (fig. 5), et le fait

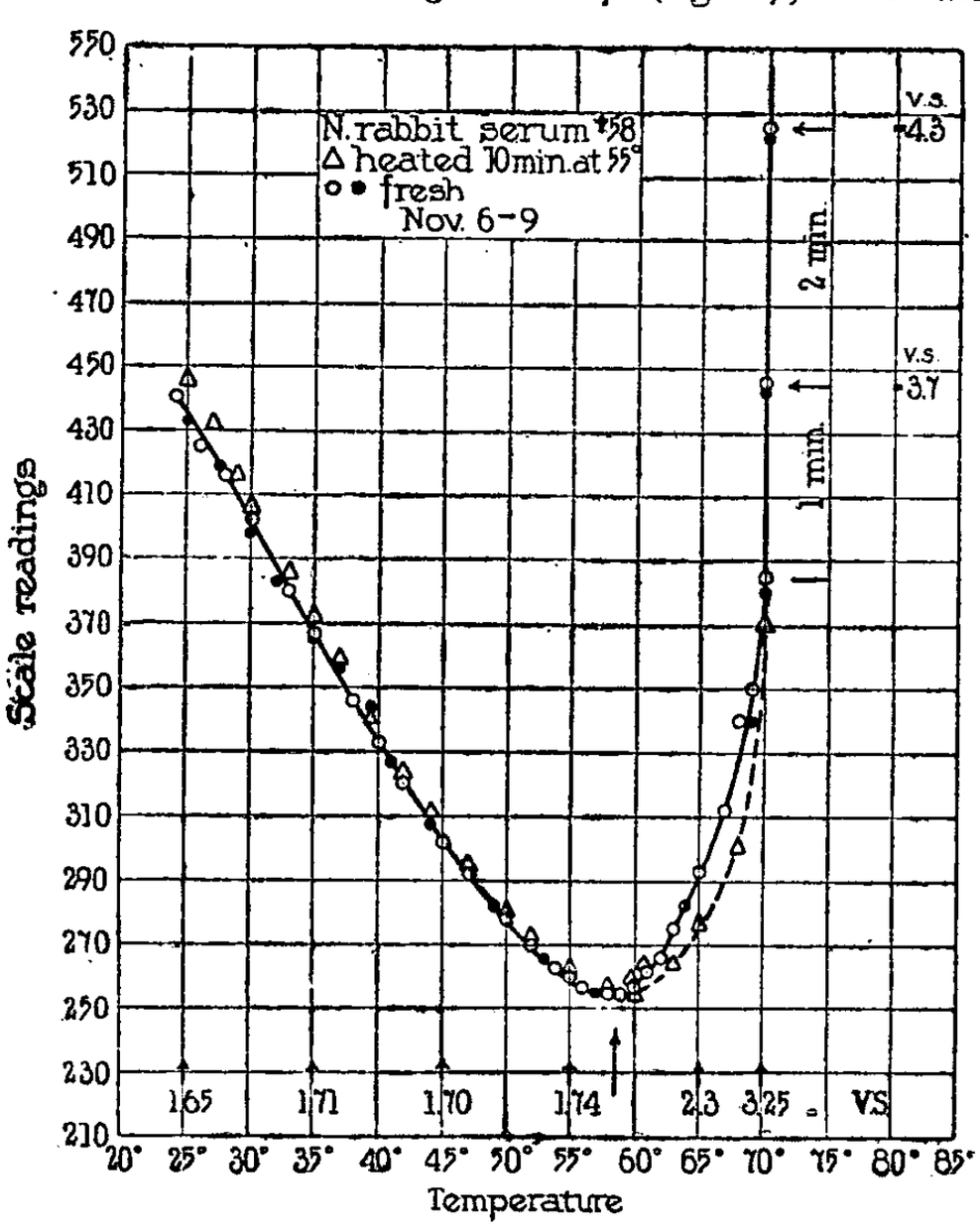


Fig. 5. Viscosité du serum sanguin (Lapin) en fonction de la température. Les chiffres correspondant aux lettres V. S. indiquent la viscosité spécifique (par rapport à l'eau).

que la viscosité spécifique du sérum est sensiblement constante jusqu'aux environs de 52°-54° (1).

(1) Lecomte du Nouy. *Ann. Inst. Pasteur*, 1928, XLII, 742.

LE GAZ DE VILLE ET LE PROBLÈME DU CARBURANT NATIONAL

par André PIGNOT

Docteur ès-sciences physiques
Ingénieur au Service des Recherches Physiques de la Société du Gaz de Paris

Le problème du carburant national a déjà fait couler beaucoup d'encre, mais, hélas, n'est pas encore résolu. Bien des solutions ont été proposées jusqu'ici. Elles nécessitent le plus souvent des matières premières qui ne sont pas produites dans la métropole en quantités suffisantes pour supplanter l'essence d'importation ou des méthodes de préparation coûteuses. A l'heure actuelle les constructeurs de voitures utilitaires s'orientent vers les camions à huiles lourdes équipés à l'aide de moteurs Diesel ou même de moteurs à explosion munis de gazéificateurs. Mais les carburants lourds sont aussi en majeure partie des produits d'importation et il est malheureusement nécessaire d'envisager le cas où nous ne pourrions tirer que de notre sol les carburants destinés à l'industrie et à la défense nationale.

Or, il est une matière première dont notre sol est riche en plusieurs régions : la houille. Nous possédons, d'autre part, une industrie florissante qui l'utilise, celle du gaz de ville. Nous ne trouverons pas, pour un autre succédané de l'essence 700 points de ravitaillement tout équipés et aussi judicieusement répartis. N'avons-nous pas là un moyen intéressant de résoudre le problème vital des carburants de remplacement?

Pendant longtemps la réponse à cette question a été négative, les uns objectaient que la compression du gaz d'éclairage présentait des dangers d'explosion, d'autres que la détente amènerait la séparation des constituants et, enfin, les expérimentateurs eux-mêmes abandonnaient les uns après les autres leurs recherches pour les raisons de poids, d'encombrement ou d'irrégularité de marche. Des essais furent, en effet, effectués dès 1892 sur un tramway, vers 1900, à Paris, par M. Neu et pendant la guerre sur les autobus de Londres et des voitures de la Société du Gaz de Paris.

Cette dernière Société ne pouvait laisser tomber une étude aussi importante au double point de vue national et économique.

C'est pourquoi des essais furent repris en 1926 et confiés au Service des Recherches Physiques.

A l'heure actuelle nous estimons que la traction au gaz est suffisamment au point pour passer du domaine des essais dans celui de la pratique industrielle. Je vais donc exposer le principe et les résultats des méthodes de laboratoire que nous avons utilisées et décrire les appareils que nous avons étudiés et perfectionnés.

Nous avons vu que la principale objection qui nous a été faite était celle de la sécurité. Le gaz d'éclairage contient environ 50 o/o d'hydrogène, 25 o/o de méthane, de l'oxyde de carbone et divers carbures dont quelques-uns non saturés, tels sont l'éthylène et l'acétylène. De plus, le mode d'obtention de ce combustible est tel que l'on y rencontre toujours de faibles quantités d'oxygène (de 0,5 à 2,5 o/o). La présence de composés instables comme l'acétylène et celle d'un comburant comme l'oxygène donnait un argument aux détracteurs du gaz comprimé.

Un simple examen de la composition du gaz et des limites d'inflammabilité de ses divers constituants nous avait montré que la pression partielle dans le gaz comprimé, même à 200 kg/cm², de ceux qui sont endothermiques était très faible et que, étant donné la présence à côté de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone de plusieurs gaz à régions d'inflammabilité restreintes nous ne devions pas, étant donné la faible teneur en oxygène, avoir à redouter la formation d'un mélange combustible, à la pression atmosphérique.

Mais, au moment où nous avons entrepris notre étude, si les déterminations de nombreuses limites d'inflammabilité avaient été effectuées à la température et à la pression ordinaires, on ne trouvait que peu de renseignements sur l'influence des élévations importantes de pression et de température, sur ces mêmes limites.

La première partie de notre travail a donc été consacrée à l'étude des variations de la limite supérieure d'inflammabilité, la seule qui nous intéressait, avec la pression et la température.

Nous avons ainsi montré que si la pression élargissait la région d'inflammabilité entre la pression critique, au-dessous de laquelle toute combustion devient impossible et une pression de 8 à 10 kg/cm², l'action de son accroissement se faisait de moins en moins sentir (1).

La courte obtenue en portant en abscisse la limite supérieure d'inflammabilité et en ordonnée les pressions (fig. 1) devenait asymptote, à une droite parallèle à l'axe des Y. Notre appa-

(1) CHAPPUIS et PIGNOT. *C. R. de l'Acad. des sc.*, t. 185 p. 1486, séance du 19 décembre 1927. CHAPPUIS et PIGNOT 8e Congrès de Chimie Industrielle, juillet 1928.

reillage ne nous avait pas permis de dépasser les pressions de 75-80 kg/cm², mais quelques mois après Berl publiait les résultats d'essais effectués jusqu'à 400 kg/cm² (1) qui confirmaient nos propres chiffres.

Au cours de la compression, bien que toutes

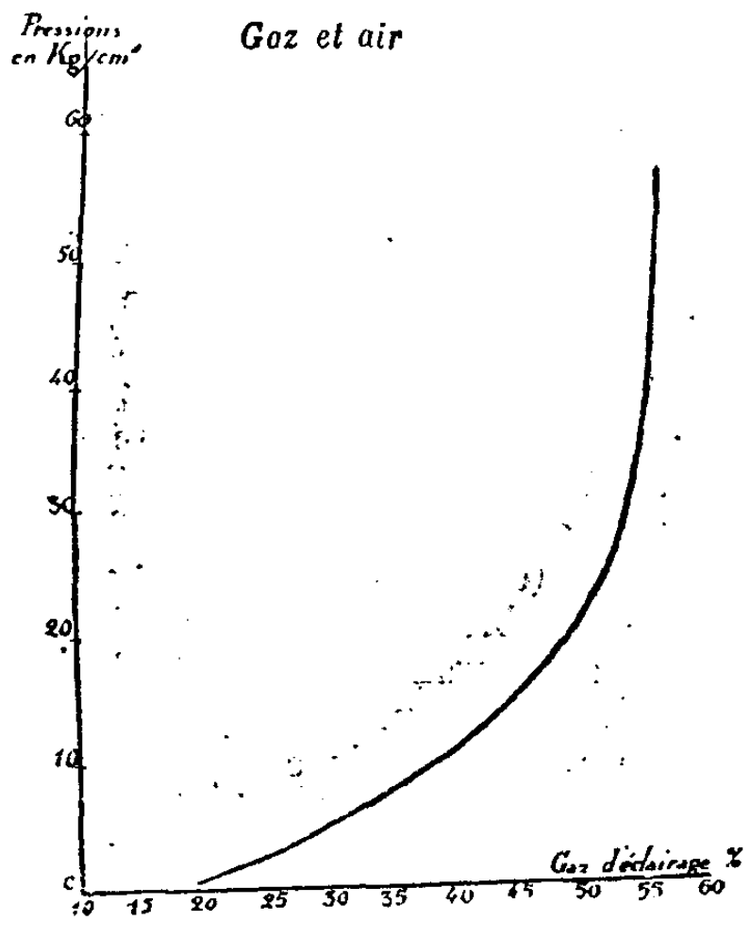


Fig. 1.

les précautions soient prises pour éviter une élévation exagérée de la température, une partie des calories produites s'accumule momentanément dans la masse gazeuse.

Si la proportion d'oxygène dans le gaz devenait accidentellement assez grande pour que le mélange soit inflammable, ne risquerions-nous pas une inflammation spontanée? Là encore nous pouvons répondre : non. Il faut d'abord remarquer que l'oxygène ne peut être introduit dans le compresseur que du fait de la présence d'une fuite à l'aspiration. Cet oxygène ne pourra être aspiré que sous forme d'air. L'azote qui l'accompagne va donc appauvrir considérablement le mélange en gaz combustible à tel point que nous allons nous trouver non plus au-dessus de la limite supérieure d'inflammabilité, mais au-dessous de la limite inférieure.

Supposons même que, par un mécanisme que nous ne pouvons imaginer, nous nous trouvions dans la zone d'inflammabilité, nous pouvons dire que ni dans le compresseur, ni *a fortiori* ultérieurement, nous ne risquons l'inflammation et l'explosion. Les températures d'inflammation immédiate sont, en effet, très élevées, toutes supérieures à 500° comme l'ont montré les travaux de Falk (1), Dixon (2), Mallard et Le Chatelier (3) et les nôtres (4). Or par suite de la réfrigération énergique prévue dans la construction des compresseurs et assurée par une circulation d'eau autour des cylindres et le cheminement des gaz à travers des serpentins, la température du gaz en cours de compression ne dépasse pas 100 à 120°.

Le gaz subit néanmoins une transformation et, après avoir été comprimé, n'a pas la même composition que le gaz aspiré. L'augmentation de pression et les détentes partielles subies par le gaz entre les divers cylindres puis à la sortie du compresseur entraînent la condensation de certains produits et plus particulièrement de l'eau et du benzène. Les liquides ainsi formés sont recueillis dans une bouteille de purge et décantés. L'eau est sans intérêt mais il n'en est pas de même du benzol. Si la lubrification du compresseur se fait à l'eau, cas assez fréquent, car il permet l'emploi de segments en fibre très étanches, le benzol ne nécessite pas grand traitement. Mais si le graissage, et c'est le cas pour les grosses unités, se fait à l'huile il est nécessaire de procéder à l'extraction du benzol par distillation. De toute façon ce benzol est récupéré ; c'est, en effet, un carburant de haute valeur et qui, tout comme le gaz, supporte les taux de compressions volumétriques élevés. C'est donc le carburant de secours tout indiqué en cas de pénurie de gaz et nous verrons plus loin que l'installation des véhicules permet rapidement, en cas de besoin, la substitution du carburant liquide au carburant gazeux.

Cette condensation des produits à bas points d'ébullition à la sortie du compresseur est très heureuse. Elle permet, en effet, de comprimer sur les voitures des gaz relativement secs et c'est pourquoi les moteurs reçoivent, au cours de la vidange des réservoirs, un produit de composition homogène toujours identique à lui-même et non pas, comme cela se produit avec certains gaz naturels des produits de composition variable rendant tout réglage impossible.

Cette condensation pourrait avoir un inconvénient. Ce sont en effet des constituants à pouvoir calorifique élevé qui se trouvent ainsi soustraits au gaz et on pourrait craindre que le pouvoir calorifique de ce dernier subisse de ce fait un abaissement considérable. Le méthane ne participant pas à la condensation, on enregistre, du fait de celle-ci, une perte de pouvoir calo-

(1) Berl. *Chimie et Industrie*, t. 21, n° 3, mars 1929, pp. 452-465.

(1) Falk. *Annalen der Physik*, t. 24, p. 480, 1907.

(2) Dixon. *Journ. of the Chemical Soc. Transac.*, 1909, 1910, 1911 et 1914.

(3) Mallard et Le Chatelier. *Ann. des Mines*, 8e série, t. 4, p. 274, 1883 et *C. R.* 91, p. 825.

(4) Pignot. Service Technique de l'Aéronautique. Bulletin n° 34, mai 1926.

rifique peu importante ; elle est, pour nos gaz d'éclairage courants, de 5 à 6 o/o.

Les divers essais que nous avons poursuivis, tant au laboratoire qu'à l'atelier ont donc montré, d'une façon irréfutable, que la compression du gaz de ville était parfaitement réalisable. Il nous restait à mettre au point ou à provoquer la mise au point du matériel nécessaire au transport du gaz et à l'aménagement des véhicules.

A l'heure actuelle deux grosses maisons françaises spécialisées dans la construction des compresseurs sont à même de livrer des appareils d'un fonctionnement régulier et satisfaisant adaptés au gaz d'éclairage.

Pour ce qui est des réservoirs, l'industrie des gaz comprimés, le développement de la soudure autogène, l'emploi de l'acétylène pour l'éclairage mobile avaient conduit à des résultats très appréciables et l'on trouve, sans difficulté des bouteilles de toutes dimensions dont la pression d'utilisation est de 200 kg/cm². Le type le plus répandu et que nous avons surtout utilisé jusqu'ici est la bouteille de 1 m. 90 de long, de 46 litres de capacité, pesant environ 80 kgr. Elle permet d'emmagasiner 7 m³ de gaz sous 150 kg/cm² ou 9 m³ sous 200 kg/cm².

Mais il est des cas où le poids de ces récipients est prohibitif, il était donc nécessaire d'avoir à notre disposition des tubes aussi résistants, mais plus légers que les cylindres ordinaires. Au moment où nous avons entrepris nos études, un premier type de bouteilles légères était à l'étude. Ces tubes devaient être constitués par une enveloppe mince, frettés circulairement et longitudinalement à l'aide de fil d'acier à haute résistance. Comme la réalisation était difficile et promettait d'être longue, nous orientâmes un autre industriel sur la fabrication de tubes en acier spécial. Nous avons donc, à l'heure actuelle, deux sortes de bouteilles légères, les unes analogues aux bouteilles courantes mais moins épaisses parce qu'en acier au Nickel-Chrome, les autres frettées. Les tubes de ces deux types de 1 m. 90 de long et d'une capacité de 48 litres ne pèsent que 52 kgr. environ.

Ces tubes sont destinés à équiper des véhicules circulant sur la voie publique et dont certains même transportent des voyageurs. Nous avons donc tenu à examiner ce qui se passe lorsque des bouteilles chargées reçoivent un choc violent. Le Ministère de la Guerre a bien voulu mettre à notre disposition son installation de Sevran-Livry et nous avons pu faire tomber de 4 m. 55 de haut sur des bouteilles de divers types chargées d'air à 200 kg/cm² un mouton en fer de 313 kgr. Toutes les bouteilles ont résisté à 3 chocs successifs, mais en subissant des déformations très variées. Par mesure de sécurité nous préconisons l'emploi de robinets et raccord type hydrogène, nous n'avons pas ainsi à craindre que l'on fasse comprimer du gaz d'éclairage dans des bouteilles contenant un résidu d'oxygène.

Fig. 2. — Rallye Franco-Belge 1930. Les camions à gaz de la Société du Gaz de Paris quittent la Place de la Concorde.

Les bouteilles sont, d'ailleurs, installées à poste fixe sur les véhicules. Cela permet d'avoir des canalisations parfaitement étanches et de pouvoir protéger l'ensemble d'une façon efficace.

Il ne suffit pas de savoir emmagasiner le gaz, l'opération inverse est nécessaire : le gaz doit être fourni au moteur sous une pression très voisine de la pression atmosphérique, mais aussi constante que possible, tandis que le débit doit pouvoir varier rapidement dans de larges limi-

tes suivant les efforts demandés. De plus, le gaz ne doit être aspiré par les cylindres que mélangé à une quantité convenable d'air. Les deux organes chargés de ces rôles importants sont le détendeur et le mélangeur.

Le principe des détendeurs est connu depuis longtemps : le gaz à détendre passe dans une capacité dont l'une des parois est mobile : piston ou mieux, membrane élastique. Cette paroi, par l'intermédiaire d'un système de leviers actionne un pointeau qui règle l'admission du gaz dans la capacité. Dans le cas qui nous intéresse nous avons vu que l'appareil doit être sensible, c'est donc la transmission des mouvements de la membrane au pointeau qui a attiré l'attention des chercheurs, et, à l'heure actuelle, nous

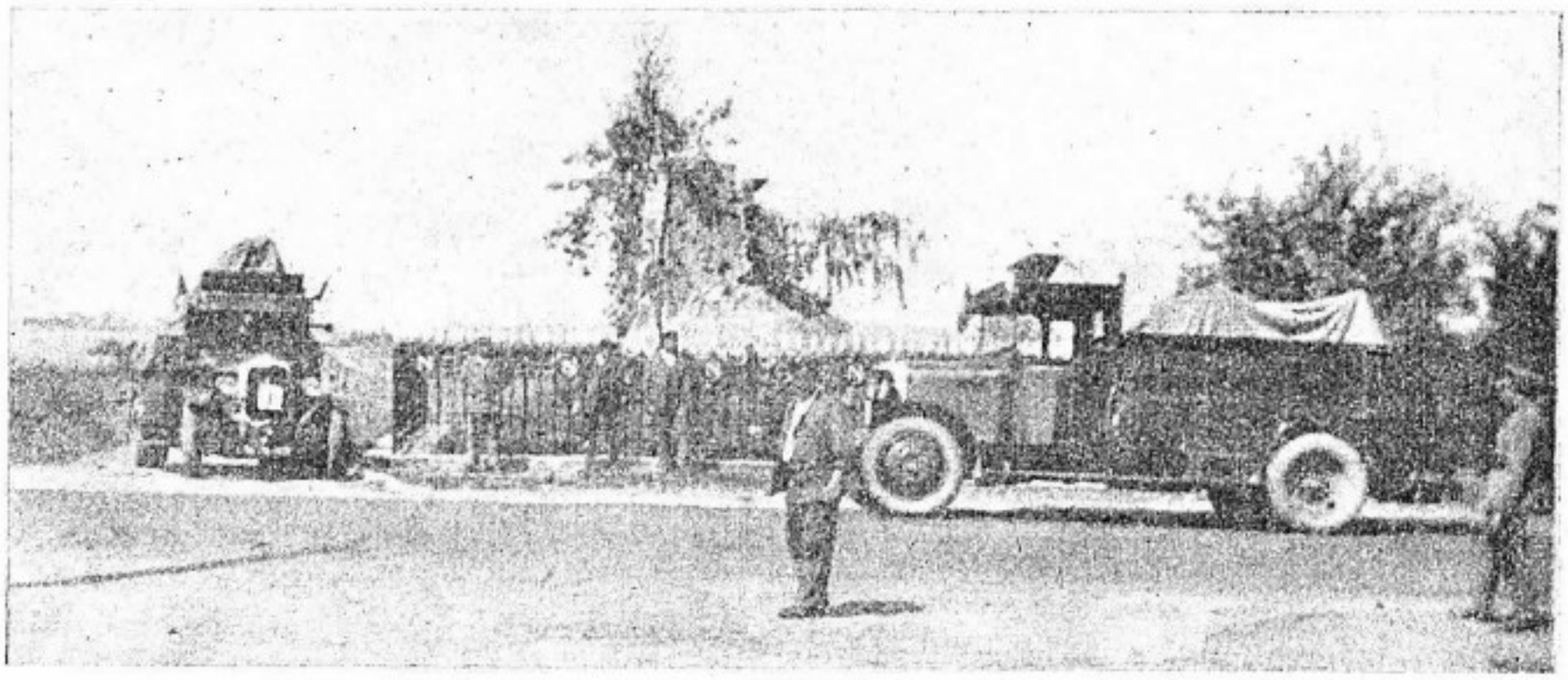


Fig. 3. — Les camions à gaz devant le monument français à Waterloo.

trouvons, dans le commerce, des détendeurs qui nous donnent toute satisfaction, permettent des reprises nerveuses et vident complètement les bouteilles.

Les modèles de mélangeur sont très nombreux. Ils doivent assurer une composition judicieuse du mélange carburé à toutes les allures du moteur, ce qui est obtenu de diverses façons. Les uns sont complètement automatiques, tel est celui de la Scemia utilisé sur les deux autobus de la Société des Transports en Commun de la Région Parisienne. Du fait de l'aspiration du moteur, une cloche mobile glisse sur une cloche fixe découvrant les lumières d'entrée d'air. Dans son mouvement, la cloche mobile entraîne une tige qui porte la soupape d'admission de gaz. Théoriquement, plus l'aspiration du moteur est importante, plus la cloche et la soupape se soulèvent. Mais le système des deux cloches comporte une surface de frottement très importante et cet appareil exige des nettoyages très fréquents. Les établissements Panhard ont adopté leurs camions à gazogène à l'emploi du gaz d'éclairage. Le détendeur fonctionne sous dépression. Le réglage du gaz dépend donc de l'aspiration du moteur, du ressort du détendeur et de la section d'un diaphragme placé à la suite du détendeur. L'air est admis par une canalisation qui comporte une soupape dont le rôle est de produire une résistance momentanée au passage de l'air, d'où il résulte une dépression qui provoque le fonctionnement du détendeur. Le réglage du mélange carburé est obtenu à l'aide d'un robinet à boisseau situé sur la tuyauterie d'air et commandé du tableau de bord.

Le Service des Recherches Physiques de la Société du Gaz de Paris a fait breveter, en 1928, un mélangeur dont le principe est le suivant : le gaz arrive par un tube central cylindrique dans lequel est disposé un papillon ; l'air entre par quatre ouvertures latérales pratiquées dans un cylindre extérieur concentrique au tube d'arrivée de gaz. Les ouvertures peuvent être plus ou moins masquées à l'aide d'une bague dont les mouvements sont solidaires de ceux du papillon à gaz qui est lui-même commandé par la pédale d'accélération. Grâce à cette commande mécanique nous avons éliminé les retards dus à l'inertie des pièces.

Le ravitaillement en gaz étant encore bien précaire, puisque, pendant près de quatre années, nous étions les seuls à posséder un atelier de compression et qu'à l'heure actuelle il n'en existe encore que trois autres et, comme d'autre part, une fuite, bien que peu probable sur une installation soignée, est toujours possible, nous maintenons, sur toutes les voitures à gaz, le réservoir et le carburateur à essence. Mélangeur et carburateur aboutissent à un robinet à trois voies qui permet de les mettre l'un ou l'autre en communication avec la pipe d'admission. La substitution d'un carburant à l'autre est d'ailleurs instantanée et quand la structure de

la voiture le permet, peut se faire en pleine marche à l'aide d'une commande placée sur le tableau de bord.

Nous allons faire rapidement l'historique des voitures à gaz depuis 1926.

En décembre 1926, de premiers essais furent effectués par notre service, en liaison avec la Société des Transports en Commun de la Région Parisienne sur un camion. Voici ce que dit, de ces expériences préliminaires, M. Castaing, ingénieur en chef des Services Traction et Matétériel à la S.T.C.R.P. (1) :

« Le camion, lesté à 7.730 kgr. pesait, en ordre de marche, avec son personnel, environ 8.000 kgr.

« D'une façon générale, le fonctionnement du détenteur, du carburateur et du moteur a été très satisfaisant.

« Dès les premiers essais on a constaté que le gaz d'éclairage permettait d'obtenir, à 1.100 t.-m. une puissance de 32 CV (taux de compression volumétrique porté à 5,4) équivalente à la puissance obtenue avec le réglage normal à l'essence. »

« La marche du moteur s'est,de plus, montrée plus souple que lorsqu'il est alimenté à l'essence.

«...Les consommations spécifiques respectives en calories ressortent à : 2.850 calories pour le gaz, contre 3.290 calories pour le mélange par parties égales benzol-essence poids lourd. »

Etant donné ces résultats encourageants, la S.T.C.R.P. n'hésita pas à équiper deux autobus pour participer au Rallye des Carburants Nationaux de 1928. Je fus chargé, par la Société du Gaz de Paris d'assurer le ravitaillement de ces deux voitures. Dans ce but, une plateforme à moteur prêtée par l'artillerie fut aménagée en usine mobile de compression. Son équipement comportait un groupe compresseur avec appareil capable d'absorber 60 m³ de gaz à l'heure, mû par un moteur à essence transformé pour la marche au gaz et une réserve constituée par 30 tubes de 46 litres. L'Automobile-Cluc de France avait fait équiper par la Maison Panhard un camion à gaz et une remorque avec

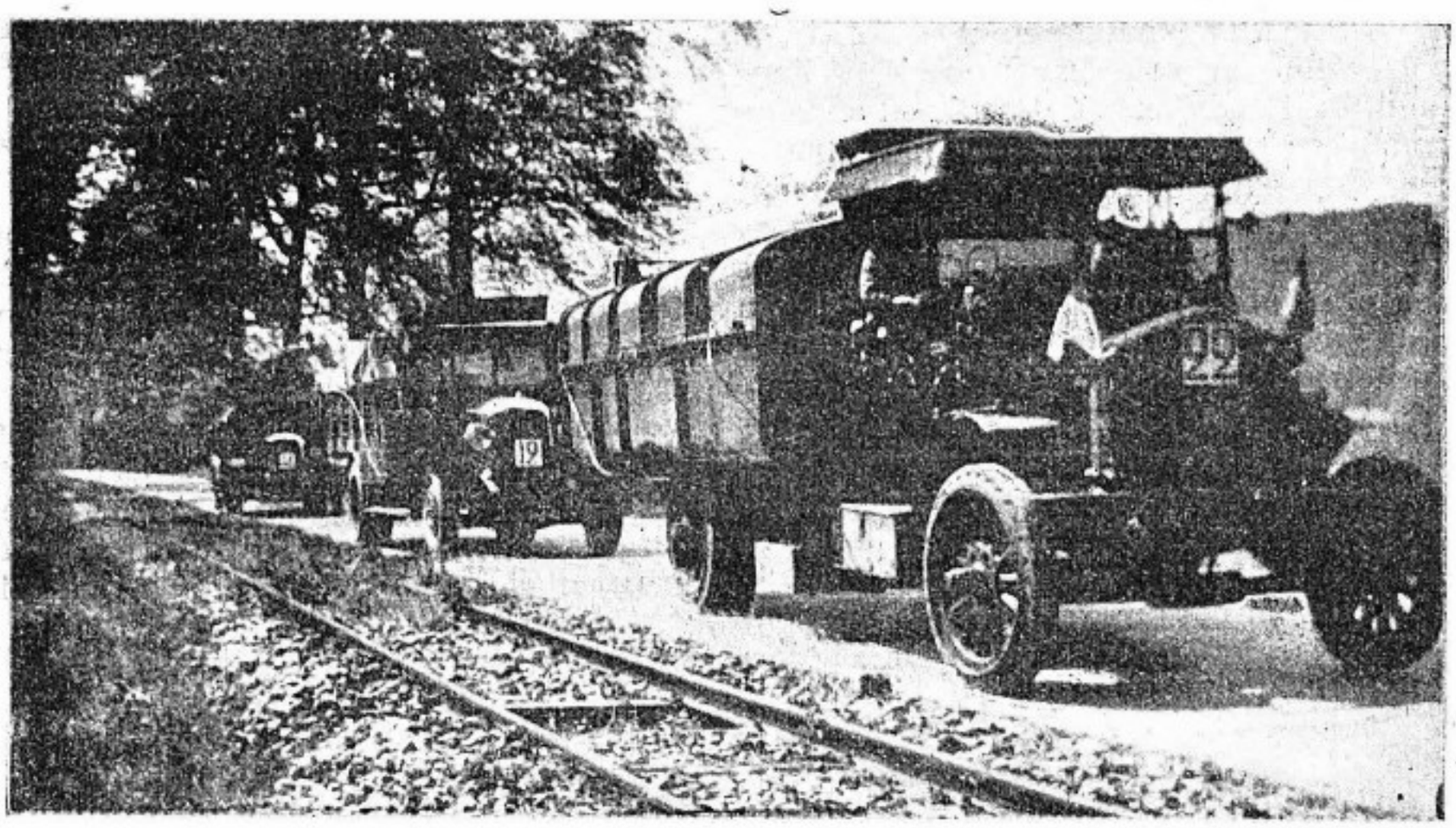


Fig. 4. — Les trois voitures à gaz de la Société du Gaz de Paris entre Namur et Liège.

compresseur de 20 m³ et réserve, sur l'initiative du Colonel Ferrus et du Colonel Girardville, président de la Commission des Carburants, avec l'aide de l'Office National des Combustibles Liquides.

Au retour de la randonnée, les deux autobus ayant donné toute satisfaction furent affectés à un service régulier dans Paris. Depuis décembre 1928, ils viennent tous les matins se faire charger en gaz à notre petit atelier de compression, après quoi chacun d'eux promènent pendant 50 kilomètres un nombre important de voyageurs. Dans Paris, le poids des autobus étant d'environ 8 tonnes, la consommation au km/voiture est de 0,820 contre 0,632 m³ sur route, cela tient aux nombreux arrêts pendant lesquels, bien entendu, le moteur marche au ralenti.

Pendant que nous poursuivions ces essais avec la S.T.C.R.P., nous en effectuions, pour notre

(1) Procédés modernes d'utilisation du gaz dans les moteurs. Union des Voies Ferrées et des Transports Automobiles. IVe Ass. Gén. Technique, Marseille, novembre 1927.

compte, sur une camionnette Renault qui nous permit la mise au point des détenteurs et mélangeurs.

Mais cette fois, ces essais, contrairement à ce qui eut lieu pour les précédents, semblent avoir une suite, car, non seulement les deux autobus roulent toujours dans Paris, mais à notre camionnette Renault sont venus s'adjoindre, pour les transports aux chantiers, deux camions Panhard de 3 tonnes qui assurent un service journalier uniquement au gaz. Nous avons équipé, en décembre 1929, une benne à ordures Pierce Arrow pour le Service des Transports Automobiles Municipaux, elle aussi fait chaque jour sa collecte d'ordures ménagères uniquement au gaz et quatre autres bennes à gadoues sont actuellement dans nos ateliers à se faire équiper. D'autres essais sont actuellement en cours ; c'est un tracteur sur voie ferrée circulant dans nos usines du Landy et du Cornillon (Plaine Saint-Denis) qui a été équipé avec bouteilles et détendeur. Des expériences de démarrage ont montré que la machine n'a rien perdu de sa puissance et que la consommation en calories est un peu plus faible au gaz qu'au benzol, bien que le moteur ait un faible taux de compression volumétrique.

Forts de tous ces résultats satisfaisants, nous n'avons pas hésité à participer au Rallye Franco-Belge 1930 des Carburants Nationaux, avec trois voitures, nos deux camions Panhard et la benne Pierce Arrow.

Voici les consommations relevées par les contrôleurs militaires et indiquées dans le rapport de M. Delpeyroux, ingénieur du Laboratoire de l'Automobile-Club de France :

Le camion Panhard n° 12 pesait 5,620 kgr. Contrôlé sur 3 étapes, il a donné les résultats suivants :

a) o m_3 432 de gaz à 4.200 calories, soit 1.814 calories au km./voiture.
b) o, m.³, 276 de gaz à 6.046 calories, soit 1.667 calories au km./voiture.
c) o, m_3 328 de gaz à 4.589 calories, soit 1.505 calories au km./voiture.

Camion Panhard n° 14. Poids 6.450 kgr. :

a) o m³. 323 de gaz à 4.200 calories, soit 1.356 calories au km./voiture.
b) o m³ 243 de gaz à 6.444 calories, soit 1.565 calories au km./voiture.

Benne Pierce Arrow. Poids 9.065 kgr.

a) o m³ 556 de gaz à 4,200 calories, soit 2,335 calories au km./voiture.
b) o m³ 414 de gaz à 4.589 calories, soit 2.478 calories au km./voiture.

Les résultats obtenus sur les différents véhicules montrent que toute voiture peut être adaptée pour la marche au gaz, mais qu'il y a, comme pour tous les autres carburants, avantage à choisir des moteurs à taux de compression volumétrique élevé. Le développement des camions à gazogène a conduit à la réalisation d'un tel moteur qui, de plus, a été calculé avec de larges ouvertures pour l'utilisation d'un gaz pauvre, et qui est tout indiqué dans le cas du gaz d'éclairage.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

Photographie du spectre solaire de λ 10000 à λ 11000 A. — Nos connaissances de la région infra-rouge du spectre solaire sont dues principalement à l'emploi de la pile thermo-électrique et surtout du bolomètre. Malgré la haute sensibilté à laquelle ces instruments sont parvenus, ils ne nous ont fourni jusqu'à présent que les caractéristiques principales du spectre, leur pouvoir résolvant n'étant pas encore assez considérable pour déceler les raies fines dont cette région spectrale, comme les autres, doit être sillonnée, et pour nous permettre d'en mesurer avec exactitude les longueurs d'ondes. Il semble bien que nous ne puissions espérer faire quelques progrès que par l'application de la photographie.

Mais, tandis que les émulsions photographiques ont une sensibilité qui se prolonge presque sans limite dans la région ultra-violette du spectre, elles sont restées longtemps totalement aveugles dans le rouge et *a fortiori* dans l'infra-rouge. Cependant, leur sensibilité gagne constamment du terrain dans les régions de grandes longueurs d'ondes, et l'on peut s'attendre sans utopie à ce qu'un jour prochain, on puisse employer la plaque photographique dans tout le domaine spectral qui reste en dehors des radiations que les corps émettent à la température ordinaire. Il est clair qu'une émulsion sensible à ces radiations serait constamment voilée.

L'emploi de matières colorantes diverses dans la sensibilisation au trempé a rendu possible depuis longtemps déjà de photographier le rouge. Dans ces dernières années plusieurs chercheurs, utilisant la dicyanine ont pu étudier le proche infra-rouge atteignant la radiation 9849 Å un peu en deça de la limite atteinte par Abney.

Il y a déjà une cinquantaine d'années, en effet, le capitaine Abney avait réussi à fabriquer une émulsion spéciale contenant une forme modifiée de bromure d'argent qui, sans l'emploi de teinture, absorbait les rayons calorifiques et lui permit de photographier le spectre solaire infra-rouge jusqu'à λ 9867 Å ; mais personne ne put répéter ces remarquables expériences.

La néocyanine recule encore la limite de la sensibilité. M. H. Babcock avec des plaques à la néocyanine a pu photographier des objets placés dans une chambre noire et ne recevant d'autre rayonnement que ceux émis par des radiateurs électriques dont la température ne dépassait pas 350°C. L'énergie émise par ces radiateurs avait son maximum vers λ 40000 Å ou λ 50000 Å ; il est donc

probable que les radiations agissant sur la plaque avaient des longueurs d'onde dépassant largement λ 9000 Å. Mais lorsqu'on applique ces plaques à la photographie du spectre solaire, on trouve tout comme avec les plaques à la diacyanine ou avec les plaques d'Abney, qu'au delà de λ 9800 A, les détails du spectre s'effacent et se perdent dans un voile continu. Et cependant, les courbes spectro-bolométriques de Langley et d'Abott montrent des détails bien au-delà de cette limite.

La difficulté qui se présente a déjà du être surmontée dans certaines études sur l'ultra-violet. La lumière diffusée par les diverses pièces optiques du spectroscope répand sur la plaque un voile qui l'emporte sur les radiations que l'on se propose d'étudier. Il faut réduire l'influence de cette lumière diffusée. Deux méthodes sont possibles, l'une est l'emploi d'un filtre coloré qui absorbe les radiations pernicieuses, l'autre est l'emploi d'une dispersion préliminaire qui ne laisse tomber sur la fente du spectrographe que la région spectrale à étudier. Cette dernière méthode a admirablement réussi à MM. Ch. Fabry et H. Buisson qui l'utilisèrent semble-t-il les premiers dans l'étude de régions ultra-violettes du spectre. Elle a donné de moins bons résultats dans l'étude de l'infra-rouge sans doute parce qu'elle a été moins bien appliquée.

Abney employait comme filtre coloré un simple verre rouge qui absorbait les radiations plus courtes que λ 6000 Å. Ce filtre était tout à fait insuffisant et c'est une preuve de l'excellence de son émulsion qu'il ait pu atteindre dans ces conditions défectueuses λ 9000 Å. Tyndall dans ses recherches sur le rayonnement invisible employait un filtre bien meilleur : une solution d'iode dans le sulfure de carbone. M. Babcock avec des plaques sensibilisées à la néocyanine emploie comme filtre une solution de cette néocyanine. La très grande sensibilité des plaques à la néocyanine entre λ 8000 Å et λ 9000 Å est due à la forte absorption de cette matière colorante dans cette région. Un filtre de néocyanine, arrêtera donc ces radiations qui, diffusées par les pièces optiques, masqueraient le rayonnement de plus grande longueur d'onde. L'emploi de cette matière colorante n'est pas d'ailleurs sans presenter quelques difficultés : il a fallu trouver un solvant approprié, le chloroforme; il a fallu de plus se mettre à l'abri de la décoloration du filtre sous l'action de la lumière.

Avec ces plaques à la néocyanine et ce filtre, et en usant de l'outillage puissant de l'Observatoire du Mont Wilson, M. Babcock a réussi avec des poses de 6 à 7 heures à photographier le spectre solaire jusqu'à λ 11500 Å. C'est là un progrès considérable qui ne peut manquer d'ouvrir la voie à de nouvelles découvertes, soit dans le domaine de la physique céleste, soit dans celui de la physique de laboratoire.

J. B.

Acoustique

Le bruit et sa mesure. — Le tumulte croissant de nos cités modernes n'est pas sans préoccuper un peu partout les pouvoirs autorisés. A New-York, une Commission spécialement instituée, composée d'experts de diverses compétences, médecins, ingénieurs, juristes, a recueilli un certain nombre de données et fourni des suggestions.

La Commission signale que déjà les Compagnies de navigation ont mis à l'étude la réduction des bruits des sifflets de bateau et des sirènes. Les chauffeurs d'automobiles ont reçu des instructions pour n'utiliser leurs trompes et leur claxons que dans la seule éventualité d'accidents à redouter. Dans quelques gares de chemin de fer, on a inauguré des aiguilles silencieuses. La police américaine a été munie de licences pour contrôler l'usage intempestif des hauts parleurs.

Le bruit des rues est d'ailleurs, selon le rapport, beaucoup plus accentué à New-York que dans toute ville d'Europe, au point qu'un conducteur de taxi y serait appelé à devenir dur d'oreilles à bref délai.

Pourtant, il convient de remarquer combien sont faibles les quantités d'énergie mises en jeu par les sons dans l'existense ordinaire. D'après le calcul, il faudrait une puissance équivalente à celle d'un million de voix pour l'allumage d'une simple lampe électrique.

La voix la plus forte correspond à une puissance d'un millier de microwatts environ, puissance qui tombe au dixième de microwatt pour un ton ordinaire, et au millième de microwatt pour le chuchotement le plus faible.

L'unité de puissance adoptée a été dénommée « bel », en l'honneur de l'inventeur du téléphone. Etant données les puissances électriques ou acoustiques P et P_0, on dit qu'elles diffèrent de n bels si $n = \log_{10} \frac{P}{P_0}$

Pour les besoins du travail pratique, l'unité commode est le dixième de bel, ou décibel.

On se fera une idée de la grandeur du décibel sur certains exemples. Si, par convention, le niveau zéro est celui qui correspond à une puissance vocale moyenne, le niveau d'une voix forte sera + 20 décibels, celui d'une parole faible — 20 décibels, tandis que le niveau d'un chuchotement faible sera — 40 décibels. Les orateurs ont une puissance moyenne de 21 décibels.

En adoptant la limite de perception comme origine des mesures, les paroles d'un orateur moyen, éloigné de 1 à 2 centimètres, parviendraient à une oreille moyenne à un niveau de 100 décibels. A partir du même zéro, le bruit du trafic d'une de nos villes serait perçu à un niveau de 50 à 80 décibels, et le bruit d'un métro, à son entrée en gare, serait perçu à un niveau de l'ordre d'une centaine de décibels.

S. V.

(1) *Nature* (de Londres), 10 janvier 1931.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

Paquebots récents pour les lignes de la Corse. — L'intérêt que le public scientifique porte au développement de la navigation maritime ne doit pas être exclusivement concentré sur les grands services transocéaniques; les navires de proportions moyennes ou même de faible tonnage se perfectionnent selon le même rythme et les mêmes lois. Ils peuvent même, dans certains cas, mériter une attention particulière en raison des difficultés de réalisation plus complexes qui résultent précisément de l'exiguité relative de leurs dimensions.

Sous ce rapport, il est intéressant de constater que le matériel flottant de nos Compagnies s'est enrichi, dans ces dernières années, de quelques unités de conception fort heureuse et dont la mise en service répondait d'ailleurs à des nécessités de première urgence. Un exemple caractéristique nous est donné par les paquebots que la

Compagnie Fraissinet a mis en service depuis deux ans sur les lignes de la Corse. Je n'insisterai pas sur l'intérêt national que présente l'exécution satisfaisante de ces services, qui n'ont été que pendant trop longtemps assez précaires. La nouvelle flotte comprend quatre navires, dont trois sont en service depuis 1929 : *Cap Corse*, *Ville d'Ajaccio*, *Cyrnos*, et le dernier, *Ile-de-Beauté* a été livré à la fin de 1930. Je décrirai rapidement les caractéristiques et la conception de deux de ces paquebots, dont les programmes répondent à des destinations assez différentes.

Les deux bâtiments ont été construits au compte des Réparations et sous la surveillance du *Bureau Véritas*, par la grande firme des chantiers *Weser*, de Brême. Il n'est pas douteux que ce système de règlements en nature n'ait procuré à notre armement l'acquisition, dans des conditions avantageuses, d'un certain nombre d'excellentes unités, dont le besoin se faisait d'ailleurs grandement sentir, mais il n'en est pas moins certain qu'il a fort desservi les intérêts de notre industrie des constructions navales, en contribuant à prolonger les conséquences désastreuses d'une crise sans précédent.

Le *Cyrnos*, *de* 1929 *et* l'*Ile-de-Beauté*, de 1930 ont l'un et l'autre, leur coque tracée selon le système *Maïer*. J'ai

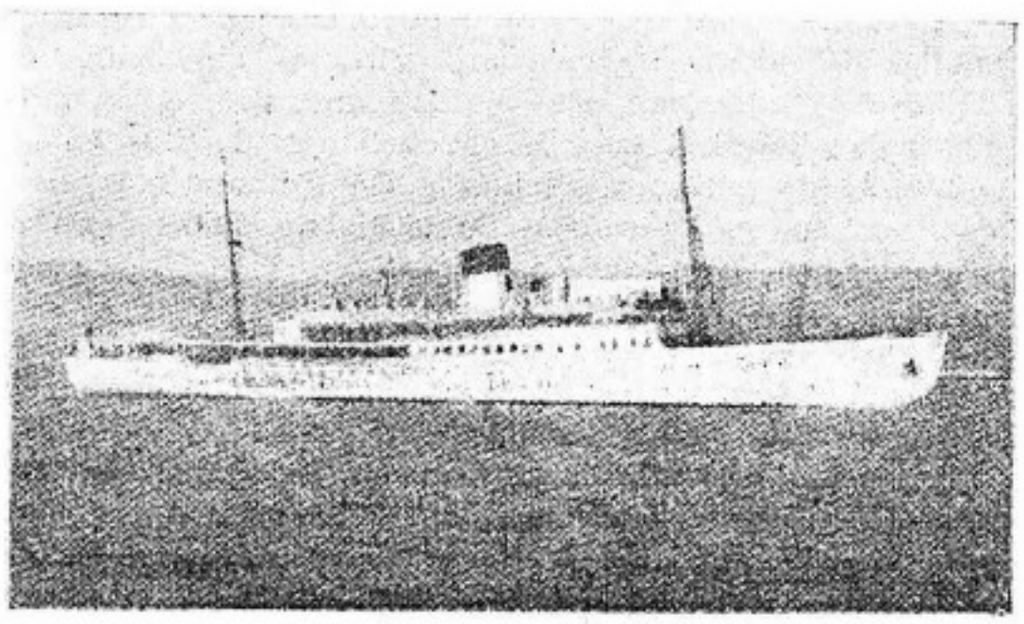


Fig. 1. — Le paquebot *Ile de Beauté*.

exposé, au cours d'une précédente note (26 avril 1930), le principe général de cette nouvelle forme de carène. Elle comporte, aux extrémités avant et arrière, des sections transversales à forme triangulaire, le profil des murailles étant entièrement rectiligne. Dans la région milieu, le profil des sections ne comprend qu'une partie rectiligne, raccordée par des courbes soit à la flottaison, soit à la ligne des fonds. Les essais expérimentaux effectués sur les carènes conformes à ce tracé ont fait ressortir une résistance à la marche moindre que pour les formes usuelles et, par conséquent, une utilisation améliorée de la puissance motrice.

Le *Cyrnos et l'Ile* de *Beauté* sont également munis de gouvernails *Oertz*.

Le *Cyrnos* est affecté à la ligne Marseille-Ajaccio-Nice. Sa longueur hors tout est de 89 mètres et son déplacement en charge de 3.230 tonnes. La jauge brute est d'environ 2.000 tonneaux. La largeur maxima et le tirant d'eau en charge se chiffrent respectivement à 12 m. 50 et 5 m. 20.

Ce petit bâtiment transporte 118 passagers, dont 56 de première classe en cabines à deux couchettes, plus deux places de luxe, et 60 de deuxième classe en cabines à deux, trois et quatre places. Les cales à marchandises, au nombre de trois, ont un volume total de 1.097 mètres cubes ; l'une des cales est spécialement installée en vue du transport des primeurs est munie, à cet effet, d'un dispositif de ventilation approprié.

L'appareil moteur comprend deux moteurs Diesel, du type M. A. N. Chacun de ces moteurs (à deux temps et double effet, avec six cylindres de 410 m/m d'alésage et 620 de course), développe normalement 1.700 cv. environ, la puissance maxima pouvant atteindre 1.900 cv. Chaque moteur conduit directement les pompes de balayage et d'injection d'air.

Le combustible est contenu dans deux réservoirs journaliers d'une capacité de 10 tonnes; un réservoir de 2 tonnes est en outre installé dans le compartiment des machines.

Le courant électrique est fourni par trois dynamos de 75 kw. chacune actionnées par des moteurs Diesel. Une dynamo de secours de 9 kw. est installée sur le pont.

La vitesse de route, à la puissance de 3.300 cv, est de 15 nœuds. Aux essais, le navire a réalisé 16 nœuds 1, avec 3.700 cv. La consommation de combustible n'a pas dépassé 176 grammes; le contrat admettait un maximum de 200 grammes.

L'*Ile-de-Beauté* (fig. 1), en service depuis octobre 1930, est spécialement destiné aux services de luxe. Ce paquebot est de dimensions légèrement supérieures à celles du précédent : il mesure 102 m. de longueur, sur 13,20 de largeur. Son tonnage brut est de 2.500 tx. Par contre, sa portée en lourd n'est que de 550 t., au lieu de 1.190 pour le *Cyrnos*.

L'*Ile-de-Beauté* transporte 40 passagers de 1re classe (8 en cabines de luxe) et 32 de 2me classe. Les aménagements sont vastes, par rapport au nombre des passagers, et conçus en vue de leur assurer le plus grand confort. Le navire ne porte qu'un faible tonnage de marchandises, composées exclusivement de fruits et primeurs et embarquées dans une seule cale à ventilation spéciale. En revanche, une autre cale et une partie de l'entrepont avant sont aménagés pour recevoir les voitures des voyageurs ; des dispositifs appropriés en permettent l'embarquement et le débarquement rapides. On remarquera l'intérêt de ces détails, en ce qui concerne le développement du tourisme en Corse.

On conçoit que la vitesse de ce petit paquebot de luxe soit sensiblement plus élevée que celle usitée dans les services courants. Elle est fixée en principe à 18 nœuds, mais peut-être aisément élevée encore, le navire ayant réalisé plus de 20 nœuds à ses essais.

L'appareil moteur est constitué ici, non par des Diesel, mais par des turbines à vapeur, réparties entre deux groupes. Chacun de ceux-ci comprend une turbine HP (constituée par une double roue Curtis et 24 étages à réaction) tournant à 4.000 tours, et une turbine BP (15 étages à réaction) tournant à 3.000 tours. Le groupe conduit une hélice par l'intermédiaire d'engrenages à réduction double qui réduisent la vitesse à 160 tours.

Les chaudières, du type Prudhon Capus, avec surchauffeurs et aspirateurs Schmidt, fonctionnent à 16 kgs, avec une température de vapeur de 300°.

La puissance normale est de 2.500 cv. par groupe (18 nœuds); elle peut être portée pendant un certain temps à 3.00 cv.. La consommation de charbon, aux essais à 18 nœuds, a été inférieure à 420 grammes. L'*Ile-de-Beauté* semble bien donner le maximum d'utilisation propulsive compatible avec sa catégorie et son tonnage.

Louis Basso.

Agriculture

La réforme agraire en Tchécoslovaquie. Les propriétés Lichtenstein. — On connaît l'importance de la réforme agraire dans divers pays de l'Europe centrale. Voici un exemple de partage d'immenses domaines, les propriétés du prince Lichtenstein. Ces propriétés ont été saisies pour la réforme foncière décrétée par une loi. Elles étaient constituées par 159.953 hectares dont 37.452 de terres labourables et 122.051 de non labourables, surtout de forêts.

En 1930, l'Etat en avait saisi 31.668 hectares de terres labourables et 31.276 d'autres terres, et le propriétaire s'est engagé à livrer d'autres terrains, pour un total de 107.799 hectares, soit 68 o/o de ses propriétés. La *Tchécoslovaquie économique et financière* de novembre 1930 ajoute qu'on a laissé au propriétaire notamment un domaine de 20.244 hectares à condition qu'il en protège les curiosités naturelles et qu'il en permette l'accès au public.

Ce morcèlement de la grande propriété en Tchécoslovaquie, comme nous le voyons faire en Roumanie et en Italie, indique une évolution profonde de pays qui souffraient du manque de petits propriétaires fonciers. En quelques années ces pays veulent réaliser une situation sociale agricole comparable à celle qui a fait les avantages de la nôtre, en France. A une évolution si rapide il y a de graves inconvénients qui se sont manifestés en Roumanie où l'exploitation du sol des grands domaines était déjà très perfectionnée. Dans d'autres, au contraire, comme l'Italie, cette division des grands domaines avec création d'une multitude de familles paysannes libres pourra donner au point de vue du relèvement général du pays, les plus heureux résultats. L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 5 janvier 1931.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *H. F. Bohnenblust* et *E. Hille* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la convergence absolue des séries de Dirichlet.**

— *L. Tchakaloff* (prés. par M. Émile Borel). — **Sur le théorème des accroissements finis.**

ALGÈBRE. — *J. Herbrand* (prés. par M. J. Hadamard). — **Sur les unités d'un corps algébrique.**

GÉOMÉTRIE DE SITUATION. — *J. Rey Pastor.* — **Une propriété caractéristique des variétés de Jordan.**

HYDRODYNAMIQUE. — *G. Bouligand.* — **Cavitations naissantes dans un liquide pesant.**

PYROMÉTRIE. — *G. Ribaud* et *P. Mohr* (prés. par M. Cotton). — **Détermination de la température de fusion du platine.**

Les auteurs ont utilisés l'extrapoliation optique, à partir du point de fusion de l'or ($T_0 = 1336°K$), telle qu'elle a été précisée dans l'échelle internationale des températures ($C_2 = 1432°$). La méthode employée a été la méthode de fusion d'un tube : visées pyrométriques à travers un trou, de diamètre o mm. 3, percé dans la paroi d'un tube de platine de diamètre 1 mm. 5, de longueur 80 mm. et d'épaisseur o mm. 05.

La température T extrapolée a été trouvée égale à 1762°C (2035°K), température qui ne doit pas supporter une incertitude supérieure à 2°.

ÉLECTRICITÉ. — *Mlle E. Chenot* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur un nouvel aspect de la décharge en haute fréquence.**

Un tube de verre est muni de deux électrodes extérieures cylindriques en papier d'étain, reliées à une boucle de fil couplées à un oscillateur à deux lampes triodes du modèle Métal E_1, la tension de plaque est de 1.100 volts. Les expériences effectuées à l'aide de ce dispositif ont montré qu'il se prodtit une propagation par ondes le long du tube à partir de l'extrémité excitée et une réflexion à l'autre extrémité. Pour les diverses longueurs de fuseaux aux internœuds observés, les vitesses de propagation sont comprises entre 3 et 5 centièmes de la vitesse de la lumière.

OPTIQUE. — *A. de Gramont* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur la lumière transmise dans le cas de réflexion dite totale.**

La lumière diffusée par un prisme varie très rapidement avec l'éclat de la surface, en particulier depuis le poli récent jusqu'au douci très fin, ce qui semble indiquer qu'il y ait là un phénomène pouvant servir à fixer une « constante de polissage » comparable à celle que M. Ubanek a proposée en utilisant la diffusion de la lumière par une surface polie.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. Loiseleur* et *L. Velluz* (prés. par M. H. Vincent). — **Sur la préparation de membranes cellulosiques renfermant des protides.**

La réalisasion de membranes protéocellulosiques a exigé la préparation de solutions organiques anhydres homogènes de celluloses et de protides, puis l'utilisation de solvants tels que l'homogénéité de ces solutions soit strictement maintenue lors de la séparation de ces solvants. La solubilisation des protides a été obtenue en utilisant les premiers termes des acides aliphatiques. Les auteurs montrent que l'on peut incorporer différents protides aux solutions cellulosiques acétiques et, peut-être, outre les protides d'autres constituants biochimiques.

— *P. Pingault* (transm. par M. G. Charpy). — **Sur l'équilibre fer-carbure de fer-oxygène.**

L'auteur a déterminé la courbe représentative de l'équilibre $CO^2 + Fe^3C = 3\ Fe + 2\ CO$, ce qui apporte une nouvelle et importante contribution à la pratique métallurgique.

CHIMIE MINÉRALE. — *L. Hackspill, A. P. Rollet* et *L. Andrès* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Action de l'acide borique sur les chlorures et nitrates alcalins.**

L'acide borique en présence de vapeur d'eau déplace avec facilité l'acide des chlorures et nitrates alcalins. La réaction commence vers 110° et donne naissance au borate le plus acide stable dans les conditions de l'expérience, c'est-à-dire en général au pentaborate. Le sodium se distingue de ses congénères en donnant soit le triborate, soit un chloroborate.

— *M. Lemarchands* et *C. Tranchat* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la purification du phosphate disodique.**

Le phosphate disodique commercial renferme quelques impuretés dont la plus importante est le sulfate de sodium dont l'élimination est particulièrement difficile. Les auteurs ont réalisé cette élimination en traitant le phosphate impur en solution par le phosphate dibarytique et pour résoudre le problème ils ont étudié l'équilibre de la réaction :

$$PO^4BaH + NaSO^4 \rightleftarrows PO^4Na^2H + BaSO^4$$

La méthode d'élimination du sulfate de soude à l'état de sulfate de baryte montre qu'il est possible de purifier le phosphate de soude à la température ordinaire.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *A. Travers* et *Avenet* (prés. par M. Matignon). — **Sur le dosage des sulfo-cyanures dans les eaux de cokerie.**

La méthode décrite dans cette Note donne le sulfocyanure dans les eaux industrielles à une précision de 1 p. 100. Elle consiste à précipiter l'ion CNS à l'état de sulfocyanure cuivreux tout à fait insoluble dans une solution saturée de gaz sulfureux. Ce procédé est meilleur que celui de Parr (dosage du sulfocyanure cuivreux en milieu alcalin par MnO^4K) qui ne donne pas toujours de bons résultats.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mme Ramart-Lucas* et *J. Hoch* (prés. par M. G. Urbain). — **Spectres d'absorption du dibenzyle et de ses dérivés.**

Le dibenzyle a été préparé par deux méthodes de synthèses : A, par action de Mg et de Na sur $C^6H^5CH^2Cl$; B, par condensation de $C^6H^5.CH^2.B$ et de $C^6.H^6$ en présence de $Al\,Cl^3$.

Les mesures ont montré 1° que tous les échantillons de synthèse A possèdent les bandes *a* et *b*, mais l'intensité de la bande *a* change d'un échantillon à l'autre; 2° que les échantillons de synthèse B fournissent du dibenzyle qui ne contient plus que la bande *b* comprise entre 2700 et 2300 Å. Ces différences dans les spectres provenaient non pas de deux dibenzyles stéréoisomères par orientation, comme on pouvait le penser, mais seulement d'une purification incomplète.

L. Franchet.

BACTÉRIOLOGIE. — *Auguste Lumière* et *Mme A. Dubois.* — **Le sort des bacilles de Koch contenus dans le lait après séparation du beurre et du caséum.**

Dans le beurre séparé d'un lait tuberculeux, le bacille n'a pu être mis en évidence. Au contraire, les bacilles se localisent dans le caséum, au moment de la floculation de la caséine.

D'après ces expériences, s'il y avait risque de contamination par les produits dérivés du lait tuberculeux, ce serait le fromage frais qui présenterait le maximum de dangers.

GÉOLOGIE. — *A. Marin* et *P. Fallot.* — **Sur la répartition des faciès dans le Rif espagnol et sur leur caractère particulier.**

Alors que le Cristallin rifain et le Jurassique de la grande chaîne calcaire correspondent à la partie Sud-Ouest de la carapace de la nappe du Bétique de Malaga, cette série secondaire marno-schisteuse embrassant sans doute une grande partie du Jurassique et du Crétacé, est limitée à l'Afrique. Aucun faciès similaire, même à la schistosité près, n'est connu, dans la série secondaire du front des nappes andalouses.

Pas plus que les accidents frontaux, les zones isopiques connues dans les parties frontales des nappes et de l'avant-pays andalou ne se retrouvent au pourtour de l'arc calcaire rifain.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Dangeard* (prés. par M. P. A Dangeard). — **Sur un *Ectocarpus* parasite provoquant des tumeurs chez le *Laminaria flexicaulis* (*Ectocarpus deformans* nov. sp.).**

L'*Ectocarpus deformans* occupe une place toute particulière parmi les Ectocarpacées endophytes. Il s'attaque fort bien à de jeunes Laminaires, mais c'est principalement sur les thalles âgés qu'il provoque des déformations variées. Il paraît être un parasite exclusif de *Laminaria flexicaulis*.

La plupart des filaments endophytes ont une direction générale perpendiculaire à la surface épidermique de l'hôte et viennent se terminer par une extrémité libre entre les cellules superficielles qu'ils désorganisent et dont il ne dépassent pas le niveau. C'est seulement sur les tumeurs âgées que s'observent de rares poils hyalins, simples et, de place en place, des sporanges pluriloculaires unisériés qui font à peine saillie au dehors.

ZOOLOGIE. — *Robert Weill* (prés. par M. Caullery). — **Le genre *Pteroclava* n. gen.; l'interprétation systématique des *Pteronemidæ* (Hydraires) et la valeur taxonomique du cnidome.**

Les Hydraires et, vraisemblablement, les Cnidaires en général, devront être, dorénavant, classés d'après l'auteur, par leurs cnidomes. Envisagées ainsi, les Ptéronémides forment, tant par leurs polypes que par leurs méduses, un groupe homogène, bien défini, à caractéristiques toujours reconnaissables, et complètement séparé de l'ensemble des autres Gymnoblastes, à côté duquel il mérite une place d'importance taxonomique égale.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Georges Fontès* et *Lucien Thivolle* (prés. par M. A. Desgrez). — **Le tryptophane et l'histidine sont des *anabolites*.**

L'injection simultanée de tryptophane et d'histidine permet à un organisme vivant, en équilibre avec une ration alimentaire invariable, des gains de poids très nets, rapidement obtenus et longtemps maintenus. Ces gains ne peuvent s'expliquer que par une amélioration des processus généraux d'assimilation et, plus particulièrement, de ceux qui se rapportent au métabolisme azoté.

C'est pourquoi paraît justifié le nom d'*anabolites* que proposent les auteurs pour les acides aminés dont le pouvoir hématogène a été précédemment mis en évidence.

MÉDECINE. — *L. Septilici* (prés. par M. d'Arsonval). — **Diagnostic de la syphilis par specto-réaction.**

On mélange du sérum humain normal aver de l'encre de Chine en proportions de 30 parties du premier pour une partie de la seconde; ce mélange doit être opalescent, mais non opaque. On dépose une certaine quantité de sérum sur une plaque de porcelaine blanche, de sorte qu'elle occupe une sphère de 10 mm. environ; on introduit dans le centre de cette grosse goutte sérique une petite goutte du mélange précédent et l'on observe l'aspect de la diffusion qui s'accomplit lentement. L'aspect est caractéristique pour le sérum normal et diffère d'une façon très nette pour le sérum syphilitique. Les figures accompagnant la Note ne laisse aucun doute à ce sujet.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *C. Levaditi* et *P. Lépine* (prés. par M. Roux). — **Action préventive du bismuth liposoluble dans la syphilis expérimentale du Chimpanzé.**

A la condition de maintenir l'organisme du Chimpanzé sous une « pression » métallique suffisamment élevée, le bismuth liposoluble, administré à la dose de 0 gr. 004 par kilogramme, confère une immunité antisyphilitique totale, quelle que soit la fréquence des inoculations infectantes et malgré la haute virulence du virus inoculé.

P. Guérin.

Séance du 12 janvier 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. A. Lappo-Danilewski* (transm par M. Hadamard). — **Le caractère analytique des singularités d'intégrales de systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients rationnels arbitraires.**

— *N. Mouskhelichvili* (transm. par M. Hadamard). — **Nouvelle méthode de réduction du problème biharmonique fondamental à une équation de Fredholm.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *J. Dieudonné.* — **Sur le rayon d'univalence des polynomes.**

— *O. Nikodym* (prés. par M. Em. Borel). — **Sur les fonctionnelles linéaires et continues.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *A. Guldberg* (transm. par M. Em. Borel). — **Sur le problème du schéma des urnes.**

GÉOMÉTRIE DES MASSES. — *D. Wolkowitsch* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur les propriétés géométriques des ellipses d'inertie d'un système plan.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *J. Ullmo* (transm. par M. Hadamard). — **Sur l'application des conceptions statistiques classique à la Mécanique ondulatoire.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *J. Dufay* et *R. Gindre* (prés. par M. Ch. Fabry). — **L'étoile variable *d* Cygni.**

L'étoile *d* 20 Cygni découverte en 1920 par M. Danjon est du type β Lyræ de périodes 1 j. 0803. C'est une géante du type KO, fait rare parmi ces variables à éclipses. D'après les observations faites on serait tenté d'expliquer les variations lumineuses par les éclipses mutuelles de deux étoiles en mouvement orbitral (orbite circulaire). La courbe de lumière rectifiée donne le rapport des brillances des deux étoiles : 2, 12.

La nature physique du système *d* Cygni ne pourra sans doute être précisée que par une étude spectroscopique détaillée qui permettra peut-être d'éprouver dans quelle mesure la théorie usuelle des systèmes à éclipses s'applique aux étoiles géantes de faible densité.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Ch. Poisson* et *J. Delpeut* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Observations magnétiques à Tananarive.**

Les résultats sont indiqués dans des tableaux qui donnent, pour l'année 1929, les moyennes mensuelles et les moyennes de chaque heure pour l'année, pour D, H et Z. Les heures sont celles du temps zonal, qui est en avance sur le temps moyen de Greenwich.

CRISTALLOGRAPHIE. — *V. Agafonoff.* — **L'influence des impuretés sur quelques propriétés physiques et cristallographiques de l'acide hémimellitique.**

Au microscope, on voit que la cristallisation commence par le dépôt de grands cristaux d'acide hémimellitique, puis on observe des dépôts de cristaux α seuls ou mélangés à des agrégats d'acide hémimellitique recouverts parfois de cristaux β. Si l'on chauffe ces préparations jusqu'à 400° la substance β subsiste seule, et l'on constate alors que cette substance étrangère existait même dans les grands cristaux d'acide hémimellitique. Il semble donc bien probable que ces deux substances α et β restent en petites quantités dans le réseau de l'acide hémimellitique et créent ainsi le polychroïsme que l'auteur a signalé jadis dans la partie ultraviolette du spectre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Muraour* et *G. Aunis* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la variation de $\int pdt$ avec la densité du chargement pour différents types de poudres.**

Entre 2500 et 3000 kgr. de pression maximum, l'inverse de $\int pdt$ est sensiblement, pour toutes les poudres, une fonction linéaire de l'inverse de la pression maximum. Pour les poudres à basse température d'explosion, la loi linéaire se vérifie jusqu'à des pressions maxima relativement basses, de l'ordre de 150 kgr. par centimètre carré. Pour les poudres à 50 p. 100 de nitroglycérine, au contraire, la déformation se produit déjà pour des pressions maxima voisines de 300 kgr. La plus forte réduction d'air s'observe pour la poudre à 20 p. 100 de centralite dont la température d'explosion est la plus basse. Pour les basses pressions, l'écart entre la poudre froide (20 p. 100 de centralite) et la poudre chaude (50 p. 100 de nitroglycérine) devient considérable.

COLLOIDES. — *C. Marie* et *N. Marinesco* (prés. par M J. Perrin). — **Phénomènes d'adsorption et de protection dans les milieux colloïdaux complexes.**

Il y a lieu de séparer les phénomènes de protection des phénomènes d'association en milieu colloïdal complexe. Le colloïde protégé est en réalité un corps électroniquement très déformable (comme toutes les suspensions métalliques) favorisent l'adsorption de dipôles permanents qui enrobent les particules et les isolent du milieu dispersant.

L'analyse diélectrique permet de choisir un colloïde protecteur *a priori* en ce sens qu'il doit être aussi polarisé que possible à l'état permanent. Elle permet de préciser quelle est la quantité nécessaire et suffisante de colloïde protecteurs à employer, car on peut saisir, par la mesure de la constante diélectrique, le moment où le protecteur introduit dans le système ne s'absorbe plus.

— *A. Boutaric* et *J. Bouchard* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur l'accélération produite par la lumière dans la floculation des solutions colloïdales en milieu fluorescent.**

Les expériences ont porté sur des suspensions de résine-mastic et de gomme-gutte (en présence d'éosine et de fluorescéine) sur des sols de sulfure d'arsenic (en présence d'éosine, de fluorescéine et d'érythrosine) et d'hydrate ferrique (en présence de rhodamine). Dans un grand nombre de cas, les auteurs ont constaté que la floculation est accélérée par la lumière. Aucune des matières colorentes, non fluorescentes, essayées n'a produit la moindre accélération de la floculation sous l'influence de la lumière ou des rayons ultraviolets.

CHIMIE MINÉRALE. — *G. Chaudron* et *A. Girard* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Formation d'un sesquioxyde de fer ferromagnétique par décomposition de l'hydrate de sesquioxyde de van Bemmelen.**

Le sesquioxyde de fer monohydraté naturel se présente sous deux variétés : la goethite et la lépidocrocite. Cette dernière renferme de petites quantités d'oxyde ferreux. Les auteurs ont cherché un processus chimique pouvant donner la lépidocrocite rigoureusement exempte de sels ferreux. L'hydrolise des ferrites leur a paru devoir donner les meilleurs résultats.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *V. Gouzien* (transm. par M. Barrois). — **Sur la structure géologique de la presqu'île de Crozon (Finistère).**

Il convient de prolonger de 2 km. vers le Sud-Ouest le synclinal dévonien du Fret. Dans la région centrale la continuation de l'est à l'ouest des anticlinaux de Grès armoricain devient visible et le déplacement horizontal de

3 km. exprimé par la faille F dite de rejet de M. Kerforne ne rend plus compte des faits observés.

L'auteur considère, comme M. Barrois, que les plissements qui ont déterminé la tectonique de la presqu'île sont dûs à de puissantes poussées tangentielles contemporaines du Carbonifère et que les plis sont faillés suivant leurs flancs étirés. Il a pu découvrir la faune seconde silurienne dans l'intercalation gréseuse locale dite de Kerarvail.

GÉOLOGIE. — *M. Gignoux* et *E. Raguin* (prés. par M. H. Douvillé). — **Sur la stratigraphie du Trias de la zone du Briançonnais.**

Dans la zone du Briançonnais il n'y a qu'un seul niveau stratigraphique de gypses, celui des gypses inférieurs qui, associé à des cargneules et à des schistes, surmonte plus ou moins directement les quartzites de base.

Le passage du Trias au Lias se fait sans interposition d'un horizon gypseux. Dans tous les cas où l'on croyait voir autrefois des gypses « supérieurs », qui apparaissaient superposés, aux grandes masses de calcaires, il s'agit en réalité de superpositions anormales.

ENTOMOLOGIE. — *L. Mercier* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Les soies hypopleurales d'*Orygma luctuosa* Meig. (Myodaire inférieur) et le principe de la connexion des organes.**

Si l'on conserve la dénomination de « soies hypopleurales » pour désigner les soies portées par l'épimérite ventral du mésothorax (hypopleure p. p.) chez les *Tachinidæ*, on ne peut parler de soies hypopleurales chez *Orygma lactuosa* sans créer une confusion regrettable. C'est, d'après l'auteur, méconnaître le principe de la connexion des organes que donner le même nom à des soies qui sont portées par deux pièces différentes de l'exosquelette thoracique.

Pour éviter toute confusion, l'auteur propose de donner le nom de « soies métastigmatiques » aux soies annexées aux stigmates métathoraciques chez *Orygma lactuosa*.

PHYSIOLOGIE. — *Mme Lucie Randoin* et *Mlle Andrée Michaux* (prés. par M. E. Leclainche). — **Variations, au cours du scorbut aigu expérimental, de la teneur en chlore et de la teneur en eau des muscles striés, du foie et des reins.**

Chez le Cobaye exclusivement privé de vitamine antiscorbutique, il ne se produit tout d'abord aucune variation notable, mais, à partir du moment où s'aggravent les symptômes caractéristiques du scorbut, les teneurs en eau et au chlore s'élèvent plus ou moins dans les trois sortes de tissus. Le chlore musculaire augmente dans des proportions considérables : de 0 gr. 50 pour 1000, la teneur s'élève à 1 gr. et peut même atteindre 1 gr. 67 pour 1000.

Cette rétention chlorurée dans les muscles du Cobaye scorbutique paraît bien due au seul défaut de vitamine C, car la rétention chlorurée est également déterminée, à un degré un peu moindre, par les régimes scorbutigènes pauvres en chlore.

PHARMACODYNAMIE. — *Raymond-Hamet* (transm. par M. Charles Richet). — **Sur l'antagonisme cardiaque de la pilocarpine et de la tropine.**

L'auteur conclut de ses expériences que l'existence d'un antagonisme pilocarpine-tropine ne démontre nullement l'existence d'une action atropinique de la tropine.

— *Jean Régnier* et *Guillaume Valette* (prés. par M. A. Desgrez). — **Influence de la concentration des ions hydrogène sur la fixation du chlorhydrate de cocaïne, par adsorption, sur les fibres nerveuses.**

Les auteurs ont montré antérieurement que le chlorhydrate de cocaïne se fixe sur le charbon animal et sur les fibres nerveuses par un processus d'adsorption normale. Ils constatent aujourd'hui que l'adsorption de la cocaïne par le charbon animal croît avec l'alcalinisation des solutions. La courbe exprimant les quantités adsorbées en fonction des *p*H initiaux se relève sensiblement à partir de $pH=6$.

Alors que, pour le charbon, l'adsorption augmente assez peu et devient simplement 1, 5 fois plus grande quand le *pH* passe de 3 à 7,5, pour le nerf, l'augmentation se montre bien plus prononcée à partir de *p*H 6, et l'adsorption devient, quand on passe de *p*H 3 à *p*H 7,6, plus de cinq fois plus grande.

ÉPIDÉMIOLOGIE. — *P. Delanoë* (prés. par M. F. Mesnil). — **Sensibilité du renard au spirochète marocain, *Sp. hispanicum* var. *marocanum* Ch. Nicolle et Ch. Anderson, 1928. Le renard réservoir de virus de ce spirochète.**

Le renard est sensible au spirochète marocain. Son rôle, comme réservoir de virus, est indéniable car, les jeunes renards du Maroc sont fréquemment infectés par le spirochète, les renards adultes pouvant manifester une immunité acquise des plus solides.

Dans des pays comme l'Espagne où le porc-épic est très rare, le rôle du renard doit être fortement soupçonné.

P. Guérin.

Séance du 19 janvier 1930.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *C. De La Vallée Poussin.* — **Sur la représentation conforme des aires planes multiplement connexes.**

— *Mlle M. Charpentier.* — **Sur une certaine classe de points de Peano.**

— *B. Demtchenko.* — **Sur un problème mixte dans l'anneau.**

THÉORIE DES VECTEURS. — *A. Norden* (prés. par M. E. Borel). — **Sur l'inclusion des théories métriques et affines des surfaces dans la géométrie des systèmes spécifiques.**

— *Rachevsky* (prés. par M. E. Borel). — **Sur les congruences à plusieurs dimensions.**

— *G. Gourewitch* (prés. par M. E. Borel). — **Sur la divisibilité des trivecteurs et des quadrivecteurs par un vecteur.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *R. Salem* (prés. par M. J. Hadamard). — **Conditions nécessaires et suffisantes pour que des constantes arbitrairement données a_n, b_n soient les coefficients de Fourier d'une fonction sommable.**

ASTRONOMIE COSMOGONIQUE. — *E. Belot* (prés. par M. E. Esclangon). — **Origine et formation de Pluton d'après la cosmogonie dualiste.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Gr. C. Moisil* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur la mécanique ondulatoire des champs d'ondes.**

ÉLECTRICITÉ. — *L. Brunlnghaus* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la conduction électrique des hydrocarbures liquides en couches minces.**

L'étude a porté sur le régime conducteur des hydrocarbures liquides. Les premiers résultats obtenus se résument ainsi :

Une goutte d'huile de vaseline insérée entre deux électrodes distantes de 11 μ au plus, ferme un circuit (sur

110 volts continus) comme le ferait une goutte de mercure. Cet état hautement conducteur est aboli pour un écart des électrodes de l'ordre de 15 μ; il ne se rétablit alors que pour une distance critique, soit très faible (1 μ), soit peut-être nulle. A partir de ce moment, l'huile restera hautement conductrice dans le sens des épaisseurs croissantes, jusqu'à 10 à 15 μ, pour redevenir isolante au-delà et le rester jusqu'à une épaisseur à nouveau presque nulle. Le régime isolant usuel de l'huile n'est pas simple : un état stable hautement isolant et un état semi-conducteur instable y superposent en général, leurs effets. Le régime semi-conducteur précède toujours l'apparition du régime conducteur et paraît relever d'une même origine que lui.

— *A. Blondel.* — **Perfectionnement du système actuel d'unités électromagnétiques.**

L'auteur poursuit sa discussion sur les différents systèmes d'unités électromagnétiques (V. *C. R.* du 17 novembre 1930) et montre que la réforme qu'il indique ferait du système C. G. S. un système unique, à la fois théorique et pratique, sans porter pour autant préjudice au système M. T. S. dans le domaine de la mécanique industrielle.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *R. Bureau* (prés. par M. G. Ferrié). — **Un radiogoniomètre enregistreur. Son application aux parasites atmosphériques.**

Le radiogoniomètre réalisé par l'auteur est celui de Ranzi, modifié de façon à lui faire inscrire non seulement les variations des atmosphériques, mais également leur direction. Cet enregistreur peut également servir à étudier les variations de la direction apparente d'une émission déterminée. En outre, il est possible d'y remplacer l'inscription chimique analogue à celles utilisées dans les récepteurs d'images.

RAYONS X. — *J. M. Cork* (prés. par M. M. de Broglie). — **Changement de longueur d'onde des rayons X traversant un milieu absorbant (observé dans la direction de transmission).**

Avec l'appareillage qu'il décrit, l'auteur a obtenu, avec le carbone et le bore, les résultats suivants : le carbone a été employé sous des épaisseurs de 1 à 5 mm. soit sous forme de noir de fumée, soit sous forme de graphite. L'écran de carbone était disposé entre l'anticathode du tube et la fente du spectromètre. Il aurait été possible de détacher une raie modifiée dont l'intensité ne serait que 1 : 3000 de l'intensité de la raie primaire K α. Malgré cela aucune trace de raie déplacée n'a été observée dans la position prévue.

Le bore métallique pulvérisé formant l'écran n'a permis d'observer aucune raie modifiée.

PHOTOMÉTRIE. — *J. Dourgnon* et *P. Wagnet* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Remarques sur certaines propriétés photométriques de verres dépolis et grenus.**

Quand le flux incident tombe sur la face grenue ou dépolie, le maximum de l'indicatrice de transmission se trouve dans la direction du faisceau incident. Quand le le flux incident tombe sur une surface lisse, ce maximum se trouve dans la direction beaucoup plus minime de la normale que celles des rayons incidents.

Le facteur de transmission décroît quand l'angle d'incidence croît.

Pour des incidences voisines de la normale, le facteur de transmission est plus grand quand le flux incident tombe sur la face grenue que quand il tombe sur la face lisse. Au contraire pour des incidences très obliques, le facteur de transmission est plus grand quand le flux incident tombe sur la face lisse.

OPTIQUE. — *J. P. Mathieu* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur un procédé de mesure du dichroïsme circulaire.**

L'auteur décrit le dispositif qu'il a réalisé pour effectuer sur le même appareil les mesures de rotation et d'ellipticité et d'utiliser comme compensateur une seule lame biréfringente dans toute l'étendue du spectre visible.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. Loiseleur* et *L. Velluz* (prés. par M. A. Vincent). — **Sur l'association de constituants biochimiques et de certains éthers cellulosfques.**

Les auteurs ont poursuivi leurs recherches sur l'incorporation des protides dans les membranes cellulosiques artificielles, se limitant, dans ces nouvelles expériences à l'emploi du procédé cétonique. Ils ont pu ainsi préparer des membranes renfermant, à toutes concentrations (5 à 75 p. 100), de la gélatine, de la caséine, de l'ovalbumine desséchée, de l'osséine.

— *A. Travers* et *J. Aubert* (prés. par M. Matignon). — **Sur le potentiel du fer passif.**

Les recherches effectuées permettent de conclure 1° que l'expression de « fer passif » n'a pas de sens absolu, qu'il n'y a que des degrés de passivité; 2° qu'il paraît assez difficile d'admettre, dans tous les cas de passivation, l'hypothèse du film d'oxyde d'Evans, car le potentiel en fer immergé dans les divers oxydants est très différent suivant l'oxydant; 3° que les valeurs du potentiel des métaux susceptibles de se passiver, comme le fer, dépendent essentiellement des conditions où l'on a placé ces métaux; ce qui explique les variations, souvent très grandes, des nombres donnés par les divers auteurs.

— *A. Michel* et *P. Benazet* (prés. par M. L. Guillet). — **Revenus des aciers rapides trempés.**

Les auteurs étudient, dans cette Note, l'influence de la durée des revenus et de leur succession; ils ont opéré au dilatomètre différentiel Chévenard, à enregistrement photographique, particulièrement avec un acier à coupe rapide à haute teneur en cobalt. Les mesures obtenues sont données dans un tableau.

Les expériences ont montré que sur l'acier étudié, un revenu unique à température inférieure à 700° n'achève pas la destruction de l'austénite. Le nombre des revenus nécessaires est d'autant plus faible que la température est plus élevée.

CHIMIE MINÉRALE. — *P. Brauman* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les alcoyl-oxy-vanadylsalicilates d'alcoyles et d'aryles.**

On part d'une solution de chlorure de vanadyle hydraté dans l'alcool méthyliqueà 99,5 p. 100 à laquelle on ajoute peu à peu du salicylate de méthyle. Les produits obtenus sont, suivant le solvant employé, soit un méthoxy — soit un éthoxy — vanadylsalicylate.

Des réactions analogues se produisent quand on remplace l'alcool méthylique par d'autres alcools de la série aliphatique, et le salicylate de méthyle par d'autres éthers salicyliques d'alcoyles ou d'aryles.

GÉOCHIMIE. — *W. Vernadsky.* — **Les isotopes et les organismes vivants.**

L'hypothèse de la fonction probable de la vie, celle d'influencer les mélanges isotopiques des éléments chimiques — en contradiction de tous les autres phénomè-

nes naturels connus — prend en considération le fait du manque de la détermination du poids atomique des éléments chimiques extraits des organismes vivants.

INDUSTRIE AGRICOLE. — *E. Saillard* (prés. par M. P. Viala). — **La précipitation d la chaux par l'acide sulfureux dans les solutions sucrées.**

L'acide sulfureux, introduit dans les solutions sucrées alcalines dont l'alcalinité est réalisée avec de la chaux et de la soude, se porte sur la chaux et la soude. Il se porte sur la soude en quantités plus grandes s'il y a plus de soude dans la solution. Sous alcalinité égale en chaux et en soude, il se porte en plus grandes proportions sur la chaux si la solution sucrée est plus concentrée, et aussi si la quantité d'acide sulfureux employée est plus grande.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *H. Douvillé.* — **Les roches éruptives du Pic de Rébenacq.**

L'auteur reconnaît l'existence d'une succession de filons-couches ou laccolites, intercalés à différents niveaux du Crétacé depuis l'Aptien jusqu'au Cénomanien et qui auraient été alimentés par les filons-dykes du Jurassique. On n'a là qu'une limite inférieure de l'âge de ces éruptions; il semble cependant bien qu'elles avaient cessé avant le Turonien.

— *Raymond Furon* (prés. par M. L. Cayeux. — **Sur la géologie du Gabon.**

Au point de vue stratigraphique, les séries observées sont comparables à celles du Congo français et du Congo belge. L'auteur passe en revue les cinq séries principales qu'il a pu reconnaître : 1° cristalline et cristallophyllienne; 2° métamorphique; 3° schisto-calcaire; 4° schisto-gréseuse; 5° Crétacé et Tertiaire. Une grande partie des sédiments crétacés et tertiaires est recouverte par des formations récentes.

PALÉONTOLOGIE. — *Louis Dangeard* (prés. par M. L. Cayeux). — **Algues inférieures dans le calcaire concrétionné de la Limagne.**

Le calcaire concrétionné de Limagne contient plusieurs formes d'Algues inférieures parmi lesquelles des *Chlorellopsis*. On peut prouver, dans certains cas, que les zones concentriques sont déterminées par l'accumulation périodique de ces Algues incrustées de calcaire.

Ces dépôts sont comparables aux concrétions calcaires formées dans beaucoup de lacs actuels sous l'influence d'Algues inférieures et principalement de Cyanophycées et aux récifs à *Chlorellopsis* signalés dans diverses formations géologiques marines ou d'eau douce.

PHYSIOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Hydrodiffusion et brouillards mortels.**

A propos du *brouillard mortel* de la vallée de la Meuse, qui fit 65 victimes autour de Liège le 5 décembre dernier, l'auteur montre qu'à lui seul il explique cette mortalité et les accidents relevés partout où il s'est constitué. Dès que l'humidité dépasse un certain taux dans l'atmosphère, la respiration est gênée, la transpiration diminuée fortement. L'auteur affirme que, dans un épais brouillard, l'asphyxie se produit à la longue; aggravée par l'absence de transpiration, elle peut devenir mortelle.

Dans les brouillards lourds, les gaz carbonique et autres demeurent immobiles; on en éprouve des picotements aux muqueuses qui feraient croire à des gaz de combat. Cela est aisément réalisé dans les vallées, surtout dans les périodes de pluies ou d'inondations qui suppriment la capacité d'imbibition du sol. Et tel fut, malheureusement, le cas de la région belge.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Pierre Lavialle.* — **L'étamine chez *Knautia arvensis* Coult. — Polymorphisme des fleurs et des capitules.**

Il existe six catégories principales de capitules, en rapport avec la longueur des étamines. L'observation de nombreux individus pendant toute la durée de la floraison montre qu'un même pied ne produit qu'une seule catégorie de capitules. De la composition des premiers capitules épanouis, on peut donc déduire celle des capitules plus jeunes.

Pour l'étude du développement des diverses formes de l'androcée si polymorphe chez *Knautia arvensis*, il suffit donc de choisir, au début de la floraison, des pieds à capitules bien homogènes, ne portant qu'une seule catégorie de fleurs et d'étamines.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Ph. Joyet-Lavergne* (transm. par M. d'Arsonval). — **Sur les conditions du métabolisme qui peuvent permettre la réalisation du changement de sexe.**

Chaque fois que les conditions physiologiques de l'organisme, siège d'une inversion sexuelle, ont été décrites avec une précision suffisante, on constate que ces conditions ont apporté à l'organisme les qualités physico-chimiques qui, d'après les lois de sexualisation, devaient entraîner la polorisation sexuelle de ses cellules germinales dans le même sens où le changement de sexe a été effectivement constaté.

Cette explication est la conséquence logique des lois de sexualisation. Elle montre que ces faits considérés, jusqu'à ce jour, comme sans liens apparents entre eux, sont, en réalité, les cas particuliers d'un phénomène très général, le mécanisme suivant lequel s'effectuent les inversions sexuelles.

MÉDECINE. — *Georges Blanc* et *Jean Vallis* (prés. par M. Calmette). — **Sur la sensibilité du Spermophile de Macédoine (*Spermophilus citillus*) à l'infection tuberculeusa expérimentale.**

Le Spermophile est sensible à l'infection expérimentale par le bacille tuberculeux du type bovin.

L'infection du Spermophile se différencie pourtant de celle du cobaye en ce que la rate reste à peu près indemne, alors que le foie, au contraire, est presque toujours lésé. Le Spermophile est plus sensible à l'inoculation par voie péritonéale qu'à celle réalisée par voie sous-cutanée. Bien que l'infection tuberculeuse se manifeste par des lésions nodulaires typiques, l'épreuve intradermique à la tuberculine reste négative.

En général, la réinoculation de bacilles au Spermophile tuberculeux ne détermine pas de phénomène de Koch, ou bien celui-ci se montre atypique et abortif.

HYGIÈNE. — *F. Dienert* et *P. Etrillard* (prés. par M. Roux). — **Stérilisation des eaux par les métaux.**

Si une eau quelconque, renfermant cependant moins de 0 gr. 20 de sel marin, passe pendant quelques minutes à travers du sable métallisé avec de l'argent, elle se dépouille de ses germes pathogènes.

Par sécurité, il suffit de la faire rester quelque temps dans un réservoir, de la filtrer rapidement à travers du sable ordinaire, pour qu'elle sorte épurée, sans goût ni odeur, et débarrassée de substances microbicides qu'elle renfermait au sortir du sable argenté.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Sont élus Correspondants :
Pour la section de Géométrie : M. Emile Cotton ;
Pour la section de Botanique : M. Sciitiro Ikeno ;
Académicien libre : M. Armand de Gramont, en remplacement de M. Achille Le Bel, décédé.

Académie de Médecine. — M. Rouvière est élu membre titulaire dans la IV^e^ section des Sciences biologiques, en remplacement de M. Gley, décédé.

Bureau des longitudes. — Sont nommés pour l'année 1931 :
Président : M. Jobin, artiste titulaire, Vice-président : M. Fichot, membre titulaire ; Secrétaire : M. Fayet, membre titulaire.

Conseil supérieur de l'Instruction publique. — Le D^r^ Balthazard, Doyen de la Faculté de Médecine de Paris est nommé membre de la Section permanente du Conseil en remplacement de M. Roger, admis à la retraite et démissionnaire.

Société Française de Physique. — Un changement important se produit cette année dans le Bureau de la Société Française de Physique. M. L. Dunoyer qui depuis 10 ans était l'animateur de la Société Française de Physique, se retire de ses fonctions de secrétaire général, au grand regret de tous les physiciens. Il est remplacé par M. E. Darmois, professeur à la Sorbonne.

Le Bureau de la Société a été ainsi constitué par l'Assemblée générale du 16 janvier :

Président : M. A. Cotton ; Vice-président : M. C. Gutton ; Secrétaire général : E. Darmois ; Secrétaire : D. Chalonge ; Vice-Secrétaire : P. Bricout ; Trésorier : A. Jobin.

Réunions de l'Optique. — Les réunions organisées en 1930 par la *Revue d'optique* ont repris leur cours cette année. Les deux premières en janvier et février ont porté sur le quartz et sur la vision et la photographie des lointains. Dans la prochaine, qui aura lieu le 13 mars, on étudiera les objectifs utilisés en métrophotographie.

Fondation Ella Sachs Plotz. — La Fondation Ella Sachs Plotz a attribué en 1930 à vingt-cinq savants anglais, allemands, autrichiens, belges, hongrois, tchèques, américains, des subventions de 200 à 500 dollars. Le secrétaire de la Fondation expose ainsi le but qu'elle se propose :

1° Les recherches qui sont encouragées porteront sur la solution de problèmes de médecine ou de chirurgie, ou de sciences touchant à la médecine et à la chirurgie.

2° En règle générale, on donnera la préférence à des recherches portant sur un même problème ou sur des problèmes connexes pour que des progrès plus rapides soient possibles.

3° Les subventions peuvent être employées à l'achat d'appareils ou de produits nécessaires à la recherche spéciale projetée ou au paiement de dépenses exceptionnelles qu'elle entraînerait, y compris les frais d'assistance technique ; mais elles ne peuvent servir à l'achat d'appareils qui sont compris d'habitude dans l'équipement d'un laboratoire.

Conformément au paragraphe 2, quatre des subventions accordées en 1930 visaient des études sur la néphrite ; en 1929, il y en a eu sept pour le même sujet, trois en 1928, quatre chacune des années précédentes. D'autres sujets généraux, spécialement les sécrétions internes ou l'infection ont été favorisés les années successives, mais non à un aussi haut degré que la néphrite.

Les demandes de subvention pour 1930-31 doivent parvenir au Secrétaire du Comité exécutif, Collis P. Huntington Memorial Hospital, 695 Hungtington Avenue, Boston, Massachusetts, avant le 1^er^ mai. Elles doivent indiquer le but de la recherche, la somme demandée, et la manière dont cette somme sera dépensée. (*Science*).

Un aquarium sur le lac de Constance. — Sur les bords du lac de Constance, à Hagnau, non loin de Friedrichshafen, on vient d'inaugurer le premier aquarium consacré à la flore et à la faune de ce lac. Il comprend deux réservoirs de 21 mètres de longueur, un autre de 18 mètres et un autre de 9 mètres. Ils sont construits en béton et entourés de plates-bandes. L'aquarium sera ouvert au public de mai à octobre (*Inform. Univ.*).

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré aux Maîtres de Conférences suivants : MM. Labrouste, Louis de Broglie, Prenant, Paul Joly, Villey, Chrétien, Freundler.

— *Soutenance de thèse.* — La thèse suivante a été soutenue pour le doctorat ès-science : 12 février. — M. Teissier : « *Recherches morphologiques et physiologiques sur la croissance des insectes.* »

18 février. — M. Boivin : « *Contribution à l'étude biochimique des corps puriques et pyrimidiques de l'organisme.* »

— *Certificat d'études supérieures.* — La Faculté des Sciences est autorisée à délivrer un certificat d'études supérieures d'aérodynamique et hydrodynamique supérieures.

— *Cité Universitaire.* — Trois nouvelles chambres sont fondées :

1° Par le Comité National des Conseillers du Commerce extérieur ;

2° Par M. Albert Dubosc, industriel au Havre ;

3° Par la Banque de l'Algérie.

Muséum National d'Histoire naturelle. — M. Henri Lecomte, Professeur de Botanique, est admis, sur sa demande, pour ancienneté de services et d'âge, à faire valoir ses droits à la retraite.

— Cours de Zoologie (*Malacologie*). — M. L. Joubin, Membre de l'Institut, Professeur, a commencé son Cours le mardi 17 février 1931, à dix heures, dans la salle des Cours des Galeries de Zoologie (premier étage), et le continuera à la même heure, le mardi, le jeudi et le samedi de chaque semaine.

Le Professeur étudiera les *Bryozoaires* et les *Brachiopodes*.

Université de Grenoble. — *Faculté des Sciences.* — M. de Litardière, chef des travaux de Botanique, est nommé Professeur de Botanique, en remplacement de M. Mirande, dernier titulaire.

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — M. Fleury, Professeur sans chaire, est nommé Professeur de Physique générale en remplacement de M. Pauthenier, dernier titulaire.

— *Certificat d'études supérieures.* — La Faculté des Sciences est autorisée à délivrer un certificat d'études supérieures d'aérodynamique et hydrodynamique supérieures.

Université de Caen. — *Faculté des Sciences.* — M. Blanc, Professeur de Physique, est renouvelé dans les fonctions de Doyen pour une période de trois ans, à compter du 1^er^ janvier 1931.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Angers. — Un concours pour un emploi de professeur suppléant des chaires de clinique chirurgicale et de clinique obstétricale à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Angers s'ouvrira le vendredi 16 octobre 1931 devant la Faculté de Médecine de Paris.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

L'arrêté du 15 janvier 1931, fixant ledit concours au 10 juillet 1931, est et demeure rapporté.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les statistiques quantiques et leurs applications, par Léon Brillouin (tomes I et II), 2 vol. in-8° de 404 pages avec 47 figures. Presses Universitaires de France, Paris 1930. — Prix : 125 francs.

Il est inutile d'insister sur l'importance qu'a prise en physique la théorie des quanta qui consiste à considérer la lumière connue formée de quantités discrètes, discontinues, transportant une énergie $q = h\,\gamma$, proportionnelle à la fréquence du rayonnement. On avait pensé tout d'abord que l'émission et l'absorption de lumière étaient seules tributaires de la théorie des quanta. Mais on a été amené peu à peu à supposer que la propagation de la lumière elle-même se faisait par quanta. Les quanta interviennent dans un très grand nombre de phénomènes et notamment dans les théories relatives à la structure des atomes.

L'auteur expose l'état actuel de la théorie des quanta où s'est introduit de plus en plus l'esprit statistique qui avait déjà rendu tant de services pour l'interprétation des propriétés des gaz et des lois thermodynamiques. Aussi son livre est-il consacré spécialement au problème statistique quantique.

Le premier volume, qui est surtout un remaniement de l'ouvrage sur les quanta publié en 1922 par l'auteur dans la même collection, traite des lois du rayonnement thermique, des quanta et des photons, de la thermodynamique statistique et des statistiques quantiques nouvelles. Le deuxième volume contient une étude détaillée de la statistique de Fermi appliquée aux électrons libres dans les métaux et des conséquences de cette théorie relativement à la structure des atomes. En bien des points l'auteur a pu faire appel aux intéressantes recherches personnelles qu'on lui doit sur ces questions délicates.

L'ouvrage de M. L. Brillouin est le premier que l'on possède en langue française sur l'ensemble des problèmes de statistique quantique et il rendra les plus grands services à tous ceux qui désirent aborder ces questions beaucoup travaillées, surtout à l'étranger, mais où il reste sans aucun doute encore bien des points à préciser et à perfectionner.

A. Bc.

La Mécanique ondulatoire et les nouvelles théories quantiques, par A. Haas, Prof. à l'Univ. de Vienne, trad. de l'all. par A. Bogros et F. Esclangon, avec une préface de M. Emile Borel. 1 vol. 12×18 de 198 p. — Prix :

Nous présentons ici la traduction d'une excellente initiation aux théories récentes de L. de Broglie, Schrödinger, Heisenberg. Tous les résultats vraiment essentiels y sont établis, avec un appareil mathématique toujours précis, et offrant la plus grande simplicité possible : on ne peut trouver de meilleure introduction à la lecture des mémoires un peu austères écrits sur cette question. La liste en est rassemblée dans une bibliographie à la fin du volume, où l'on trouve aussi un excellent résumé facilitant beaucoup les recherches sur tel ou tel point déterminé.

G. Bouligand.

Leçons sur la résistance des fluides non visqueux, professées par P. Painlevé, de l'Institut, dans la chaire de mécanique des Fluides de la Sorbonne, 1re partie. Un vol. 16×25 de 183 pages. Gauthier-Villars, Paris, 1930, — Prix: 40 fr.

L'ouvrage dans son ensemble se propose l'étude du mouvement d'un solide dans un liquide parfait ; ce cas particulier du problème général de la résistance des fluides conduit en effet à des aperçus déjà très intéressants pour les progrès de l'aviation.

A la suite d'une introduction d'ordre général sur l'hydrodynamique et sur les lois de la résistance de l'air, l'Auteur développe dans la 1re partie (ici seule présentée) les théories analytiques ou mécaniques nécessaires au développement du problème mentionné ci-dessus : intégrales multiples, fonctions harmoniques, cinématique des milieux continus, potentiel des vitesses, dynamique des fluides pesants lorsque la densité dépend seulement de la pression, lois de similitude, paradoxe de d'Alembert, potentiel des vitesses du mouvement d'un solide dans un liquide indéfini.

Diverses notes complètent ces théories préliminaires, dont l'une a notamment pour objet de préciser l'idée de domaine simplement ou multiplement connexe.

La rédaction de MM. Maret et Métral est à la fois très attrayante et très fidèle à la pensée de l'Auteur.

G. Bouligand.

Barlow's Tables. — Tables des carrés, des cubes, des racines carrées, des racines cubiques et des inverses de tous les nombres entiers jusqu'à 10.000. Troisième édition, revue et augmentée par L.-J. Comrie. Un vol. in-8, de 220 pages, relié. Spon, éditeur, Londres. — Prix : 7 sh. 6 d.

Les tables de Barlow ont été publiées pour la première fois en 1814. Une nouvelle édition réduite en fut faite par de Morgan en 1840 ; stéréotypée, elle fournit par la suite de nombreux tirages. Pour la nouvelle édition ; l'ouvrage entier a été récomposé, les tables originales ont été rétablies, la typographie améliorée. Tous les efforts ont été faits pour se garantir des fautes.

En plus des carrés, des cubes, des racines carrées, des racines cubiques et des inverses de tous les nombres jusqu'à 10.000, l'ouvrage donne les factorielles des nombres jusqu'à 100 ; les quatrièmes puissances et les inverses des racines carrées des nombres jusqu'à 10.000 ; les puissances jusqu'à la dixième des nombres inférieurs à 100 et jusqu'à la vingtième des nombres inférieurs à 10. La colonne des racines carrées des nombres est complétée par une colonne des racines carrées de dix fois les nombres. Les racines carrées de n, racines carrées de 10 n, racines cubiques, inverses, sont donnés avec huit chiffres significatifs. Elles sont accompagnées de leurs différences tabulaires, ce qui est de nature à faciliter beaucoup l'interpolation.

L'ouvrage est très maniable, très lisible ; il sera le bienvenu auprès de tous ceux qui ont de nombreux calculs à faire. Il simplifiera l'emploi des machines à calculer.

J. B.

Principes géométriques d'Analyse (1re Partie). par G. JULIA, Professeur à la Sorbonne. In-8°, de 116 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 25 francs.

Ce livre, publié dans la collection des Cahiers Scientifiques (6e fasc.), reproduit des leçons faites par l'Auteur à la Sorbonne en 1929. Il rassemble les propositions indispensables aux recherches de théorie moderne des fonctions autour de principes géométriques simples.

Dans cette première partie, est étudiée la correspondance conforme entre deux domaines ou surfaces de Riemann, obtenue par l'intermédiaire d'une fonction analytique. En connexion avec ce problème, l'Auteur a traité des fractions rationnelles à cercle fondamental, des fonctions holomorphes à module < 1 dans le cercle unité, du lemme de Schwarz et de ses extensions.

Cet exposé, rédigé avec une grande précision par MM. Brelot et Possel, sera complété par un prochain cahier où prendront place les travaux de M. Lindelöf et qui sera impatiemment attendu.

G. BOULIGAND.

Représentation des lois empiriques par des formules approchées, par FRÉCHET et ROMANN. 1 vol. 16 × 25 de 300 p. avec fig. — Prix : 35 fr.

Le présent ouvrage se propose de donner des méthodes générales permettant de mettre en formules les lois empiriques fournies par les observations, avec le minimum de tâtonnements. Il répondait à un besoin, car aucun exposé de ce genre n'avait été réalisé jusqu'à présent en France. Le livre se distingue d'ailleurs des ouvrages étrangers, il est à la fois plus synthétique, partant plus éducatif, et plus complet.

Afin de rester accessibles à une classe étendue de lecteurs, les auteurs reprennent dans l'introduction, les généralités élémentaires relatives aux fonctions et à leur représentation graphique. Ils étudient ensuite d'après les moindres écarts aussi bien que d'après les moindres carrés (Ch. I.), l'approximation par une constante ou par une fonction linéaire, puis (Ch. II) des procédés particuliers susceptibles de ramener à ce dernier cas. Viennent ensuite (Ch. III), les méthodes des moindres carrés et des moments; pour terminer, au Chap. IV, par l'ajustement d'une série trigonométrique à une fonction périodique.

Ce livre très original et très substantiel, encore enrichi par les exercices illustrant les méthodes exposées. est appelé à rendre d'incomparables services.

G. BOULIGAND.

Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique, par HÉLÈNE METZGER. In-8° de 330 pages. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Mme Metzger, à qui l'on doit de remarquables contributions à l'histoire des sciences et notamment une étude sur les « *Doctrines chimiques en France du début du* XVIIe *à la fin du* XVIIIe *siècle* », nous donne un complément à ce dernier travail en exposant l'influence qu'ont eu sur l'évolution des théories chimiques trois savants étrangers dont l'action a été considérable : Newton, Stahl et Boerhaave.

En ce qui concerne Newton, son système de l'attraction a été très souvent invoqué par les chimistes pour rendre compte des affinités et interpréter le mécanisme des réactions chimiques. Cependant, en France surtout, où l'influence de Descartes a été lente à s'atténuer, l'attraction et les affinités n'ont pas laissé d'inspirer quelque méfiance aux savants de laboratoire. Mais Newton n'a pas peu contribué à faire pénétrer en chimie la méthode expérimentale et c'est peut-être en cela que son influence a été le plus heureuse. En examinant les œuvres des Newtoniens, on découvre tout d'abord que cette méthode « consiste à abandonner définitivement l'espoir de deviner le mécanisme moléculaire de chaque réaction chimique, en même temps que la figure précise de chaque particule matérielle. Au lieu de spéculer, comme Boyle, Homberg ou Lémery, sur la structure intime de la matière, nos chimistes essayeront de rechercher quels sont les corps capables de se combiner ensemble pour donner un nouveau composé; quels sont ceux qui déplacent les premiers pour prendre leur place... »

Stahl est surtout connue en France par la doctrine du phlogistique que les recherches de Lavoisier devaient réunir définitivement. Mais cette théorie ne constitue qu'un fragment de la doctrine Stahlienne, à la vérité extrêmement compliquée et confuse, que Mme Metzger a eu le mérite d'approfondir pour essayer d'en dégager les principes, d'ailleurs vagues et flottants, sur lesquels elle s'appuyait.

L'œuvre de Boerhaave a été, pendant tout le cours du XVIIe siècle et jusqu'à Lavoisier, un objet de vénération pour tous ceux qui s'intéressaient à la chimie. A cette époque, le physicien Musschembroeck proclamait que « l'on doit avoir continuellement devant les yeux ces deux parfaits modèles que les deux grands hommes de ce siècle nous ont laissé, savoir l'*Optique* de M. Newton et la *Chimie* de M. Boerhaave ». En France notamment, le prestige de Boerhaave fut considérable, mais cette œuvre est aujourd'hui bien oubliée et l'on est reconnaissant à Mme Metzger de nous avoir exposé les conceptions du célèbre professeur de Leyde sur le feu chaleur, le feu combustion, l'air, l'eau, la terre, les menstrues.

D'une manière générale, l'ouvrage de Mme Metzger, qui repose sur une documentation très vaste et très sûre, mérite de retenir l'attention non seulement des spécialistes, mais encore des philosophes et de tous ceux qui s'intéressent à l'histoire des sciences. Ils y verront par quelles complications, par quels détours, par quels tâtonnements a passé l'esprit humain avant de fournir des faits en apparence les plus simples, une interprétation rationnelle.

A. Bc.

La Technique Industrielle, par LOUIS DE LAUNAY, de l'Académie des Sciences. In-8° de 337 pages avec 69 figures. Ch. Béranger, éditeur, Paris.

Cet intéressant ouvrage renferme la substance du cours que M. L. de Launay professe depuis douze ans à l'Ecole des Sciences Politiques et dans lequel il dégage les principes généraux de la technique des diverses industries et montre l'application de ces principes dans des cas particuliers.

C'est là une tâche difficile. Rien de plus différent *a priori* que les industries modernes. Une mine de houille, un sondage de pétrole, une aciérie, une centrale électrique, une fabrique de nitrates ou de cyanamides, une raffinerie de sucre, une filature de soie emploient des procédés particuliers. Toutes ces exploitations ne peuvnt prospérer pourtant qu'en se perfectionnant. Pour cela, il faut, toujours, utiliser les matières et les énergies disponibles, le plus complètement et le plus économiquement possible. L'augmentatiodn du rendement repose sur une méthode qui consiste à sérier, à mensurer et à comprendre les phénomènes pour arriver finalement à des économies de matière, d'énergie et de temps, cela tout en améliorant les qualités des produits obtenus.

Tous ceux qui éprouvent le besoin d'apprécier l'industrie moderne trouveront dans ce livre, des explications qui n'existent ailleurs que disséminés et souvent encombrées de formules. On pourrait s'étonner, peut-être, d'y rencontrer des notions très élémentaires, mais M. de Launay ne s'adresse pas à des techniciens et veut, avant tout, se faire comprendre. Il indique le sens des expressions et des opérations techniques usuelles, et surtout quand elles présentent quelque nouveauté. Un index, à la fin du volume, permet de retrouver l'explication qu'on aurait oubliée.

M. de Launay, qui sait écrire, s'est borné aux sujets qui lui semblaient les plus instructifs.

Unde première partie comprend les principes généraux régissant les industries. La seconde partie est l'inventaire des principales ressources naturelles, matériaux et énergies, dont 'extraction et l'élaboration sont étudiées dans la troisième et dernière partie, celle-ci étant elle-même subdivisée en : industries extractives, industries chimiques et industries mécaniques.

Toutes les industries fondamentales se trouvent ainsi examinées à quelques exceptions près : condstructions, travaux publics, transports, qui eussent exigé des formules rébarbatives. Cela montre combien l'auteur a voulu rester accessible à tous ceux qui, dans les affaires, le commerce, les finances, la politique et même la philosophie ont une curiosité professionnelle ou personnelle pour les opérations de l'industrie moderne. ED. M.

L'art de bâtir une maison agréable et saine, par M. EDMOND MARCOTTE, Ingénieur. In-8° de 572 pages avec 274 figures et nombreux tableaux. Béranger, éditeur, Paris. — Prix : 95 francs.

L'auteur donne des indications précises sur les conditions nécessaires pour la construction d'une maison ou d'un groupe d'habitations, dans les diverses circonstances qui peuvent se présenter pratiquement. Il s'attache particulièrement au plan, à la distribution des locaux, à l'organisation des pièces sans oublier, ni la cuisine, ni l'escalier, à l'orientation, à l'hygiène et à l'assainissement des maisons et des terrains, ainsi qu'aux divers services indispensables aux cités et aux immeubles modernes : distribution d'eau, évacuation des matières usées, éclairage, chauffage, ventilation, réfrigération, conservation des denrées. Un certain nombre d'exemples bien choisis : hôpitaux, écoles, immeubles, maisons de campagne, fermes, cités-jardins et logements ouvriers achèvent de préciser la pensée de l'auteur.

Des annexes techniques sur les matériaux, les méthodes d'essais, la réalisation de l'étanchéité, les glaces, le chauffage électrique, etc..., donnent de précieuses indications sur les progrès en ces diverses branches; la législation, notamment les lois Ribot et Loucheur, n'est pas oubliée.

M. Marcotte a rassemblé une série de données éparses dans de nombreuses publications; il les a coordonnées sur un plan rationnel et les a exposées avec une simplicité qui rend facile et agréable la lecture de son livre.

S. R.

Le transport et la manutention mécaniques (tome III), par Georg von HANFFSTENGEL. Traduit sur la 3e édition allemande par Georges LEUR, Ingénieur, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. In-8° de 404 pages avec 431 figures. Ch. Béranger, éditeur, Paris.

Les Allemands se sont attachés à la mise au point des appareils de manutention mécanique. L'ouvrage de von Hanffstengel fait autorité en la matière, M. Georges Lehr en a donné une excellente traduction.

Il s'agit d'une étude théorique et pratique sur le transport et la manutention mécaniques des matériaux et marchandises dans les usines, les magasins, les chantiers, les mines, etc. Le tome III, comprend les points suivants : enlèvement des charges, guidage des câbles sur les treuils et les grues, treuils et mécanismes de marche, les chariots, construction et emplois des grues, formes usuelles et calcul des bâtis, grues et câbles, installations mixtes de transport.

De nombreux schémas, dessins et photographies, augmentent l'intérêt de cette précieuse documentation.

ED. M.

Guide du technicien pour l'organisation du travail personnel, par J. ROUSSET, Ingénieur civil. In-8° de 192 pages avec 94 figures. Ch. Béranger, éditeur, Paris.

L'auteur, qui a publié déjà d'intéressants ouvrages, veut faire profiter de son expérience longuement acquise, les ingénieurs, les savants, les administrateurs, les professeurs les artistes, les ménagères, les publicitaires, les auteurs et les conférenciers. Son guide, très clair et très intéressant, renferme de nombreux exemples bien choisis Nous le recommandons vivement aux intéressés.

ED. M.

Curve piana speciali algebriche e trascendenti. Teoria et storia, par M. Gino LORIA. T. I.. *Courbes algébriques*. T. II. *Courbes transcendantes*. Deux volumes in-8°, de 575 pages, 122 figures et 438 pages avec 58 figures. Hoepli, éditeur, Milan. 1930. — Prix : 75 et 70 lires.

Depuis que la géométrie algébrique a pris le caractère systématique auquel ont contribué les travaux des géomètres italiens eux-mêmes, on pourrait croire qu'il y a peu d'intérêt à étudier des courbes particulières. Et cependant, voici que tout un répertoire des courbes algébriques et transcendantes les plus variées nous est offert par l'un des plus grands maîtres de l'école italienne, qui s'est enfin décidé à donner dans sa langue maternelle (avec d'importantes additions), l'œuvre qu'il avait fait éditer en langue allemande (1902 et 1911). C'est que chacune des nombreuses courbes tour à tour considérées tient sa place dans l'histoire des mathématiques, bien souvent ses propriétés ont suggéré des problèmes importants ou même ont déterminé l'éclosion de théories générales.

Avec beaucoup de talent, M. Gino Loria réussit à promener son lecteur dans le jardin des courbes classiques, des degrés les moins élevés, sans provoquer la moindre fatigue. Et il donne une véritable impression d'art, lorsqu'il atteint, dans son livre V, les questions d'un caractère philosophique (courbes ovales ou orbiformes, autopolaires, anallagmatiques, géométrie des polynômes, courbes rectifiables selon certains modes fonctionnels, etc., etc.)

Cette impression s'accroît encore du début à la fin du tome II, qui éclaire la question, encore mystérieuse à bien des titres, des courbes transcendantes. Je signale spécialement le livre VII où sont étudiées les méthodes les plus variées de transformation des courbes et où un chapitre traite des courbes définies par une équation différentielle.

Le livre de M. Gino Loria se recommande à un grand nombre d'étudiants ainsi qu'aux professeurs, qui trouveront, dans ce beau recueil, mainte occasion d'illustrer leurs leçons.

G. BOULIGAND.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 5 — 69e ANNÉE — 14 MARS 1931

LA FLOCULATION DES SOLUTIONS COLLOIDALES

par A. BOUTARIC
Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon

I. — Considérations générales.

Les solutions colloïdales sont constituées par de très petites particules, solides ou liquides, en suspension dans un solvant approprié, le plus souvent l'eau. Elles se distinguent des solutions ordinaires en ce que la matière qu'elles contiennent en suspension diffuse beaucoup plus lentement à travers les liquides que celle des solutions cristalloïdales, qu'elles ne traversent pas les membranes animales et végétales, c'est-à-dire ne dialysent pas, et qu'elles présentent une hétérogénéité optique souvent décelable à l'ultra-microscope où l'on aperçoit, dans beaucoup de cas, animées d'un mouvement brownien intense, les particules en suspension. Ces particules, qui ont reçu, depuis Naegeli, le nom de micelles (de *mica*, qui signifie petite parcelle), se distinguent des molécules des corps dissous ordinaires par leur grosseur, par la complexité de leur composition et de leur structure et aussi par la facilité avec laquelle elles peuvent se séparer du liquide où elles sont en suspension.

Sous un très grand nombre d'influences, notamment par l'addition de faibles quantités d'un acide, d'une base ou d'un sel (c'est-à-dire d'un électrolyte), les micelles se réunissent en flocons plus ou moins volumineux et se séparent du liquide où elles sont en suspension : on dit que la solution colloïdale a floculé. C'est là une propriété très générale, la plus générale peut-être de celles que présentent les solutions colloïdales et qui les différencie le plus nettement des solutions ordinaires. La floculation présente une grande importance, non seulement pour la connaissance des substances colloïdales, mais aussi pour la compréhension de divers phénomènes encore très mystérieux du domaine biologique, aussi, a-t-elle fait l'objet d'un nombre considérable de recherches. Dans cet article, je voudrais essayer d'en dégager les résultats les plus importants.

Quelques exemples de floculation. — Indiquons tout d'abord, sur quelques exemples, les diverses conditions dans lesquelles on peut observer la floculation de solutions colloïdales. Comme nous l'avons déjà mentionné, la méthode la plus générale pour provoquer la floculation d'une solution colloïdale consiste à y introduire un électrolyte en quantité suffisante. Ainsi suffit-il d'ajouter une faible quantité d'acide, de base ou de sel dans une solution colloïdale de sulfure d'arsenic, d'hydrate ferrique, de gomme gutte, de résine mastic, etc., pour déterminer le dépôt, sous forme d'une masse floconneuse, des micelles qui se séparent de la solution colloïdale, la liqueur surnageant étant constituée par le liquide intermicellaire additionné de la plus grande partie de l'électrolyte introduit.

Mais on peut observer une semblable sépa-

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

ration des micelles sous bien d'autres influences. On la produit en chauffant vers 80° une solution d'albumine et ce phénomène est l'un des plus nets que l'on connaisse pour déceler la présence d'albumine dans un liquide, par exemple dans l'urine. Sous l'action de la présure ou celle de l'acide lactique, le lait se prend en masse. De même le sang frais se coagule spontanément à l'air. Dans ces deux derniers cas, il y a formation d'un caillot ; mais celui-ci laisse peu à peu exsuder le solvant, en sorte qu'il y a finalement séparation du solvant et des particules colloïdales qui étaient en suspension dans ce solvant.

Deux types de colloïdes. — En ce qui concerne les caractères que revêt la floculation, on a, depuis longtemps, été amené à considérer deux groupes de colloïdes, qui se différencient d'ailleurs par d'autres propriétés.

Pour certaines solutions colloïdales, parmi lesquelles on peut citer celles de métaux, d'oxydes, de sulfures, etc., les particules ne semblent avoir aucune affinité pour l'eau, ou plus généralement pour le liquide dans lequel elles sont en suspension ; elles donnent par floculation des flocons ou des poudres presque anhydres, on désigne ces colloïdes sous le nom de colloïdes hydrophobes ou lyophobes, ou encore suspensoïdes.

Pour d'autres, comprenant surtout des colloïdes naturels et notamment l'albumine, la gélatine, les gommes, etc., les particules ont la propriété de se gonfler par absorption d'eau ou plus généralement de solvant et elles coagulent sous forme de gelées qui emmagasinent une proportion importante de solvant ; on désigne les colloïdes qui les constituent sous le nom de colloïdes hydrophiles ou lyophiles, ou encore émulsoïdes.

Les colloïdes hydrophobes floculent sous l'influence de quantités généralement très faibles d'électrolyte. Avec 1 g. de perchlorure de fer, par exemple, on peut faire floculer jusqu'à 1.000 g. de sulfure d'arsenic colloïdal. D'une manière générale, le rapport entre le poids d'électrolyte introduit et celui du colloïde précipité est de l'ordre de 1/500.

Les colloïdes hydrophiles, au contraire, nécessitent une dose d'électrolyte beaucoup plus forte pour floculer. Ainsi les sels alcalins ne provoquent de précipitation que sous des concentrations qui sont généralement comprises entre 10 et 20 % et peuvent même atteindre 60 %. Avec un sel d'un métal lourd, la dose nécessaire est moindre, mais toujours nettement supérieure à celle qui suffit à faire floculer les colloïdes hydrophobes. Aussi, dans cette revue sommaire des caractères que revêt la floculation des colloïdes, envisagerons-nous séparément les solutions des colloïdes stables ou lyophiles et celle des colloïdes instables ou lyophobes.

II. — Floculation des colloïdes instables ou hydrophobes.

Floculation produite par les électrolytes. — Un des caractères fondamentaux des particules colloïdales est leur électrisation. C'est à cette électrisation qu'est dû le mouvement qu'elles prennent dans un champ électrique. En intensifiant les actions répulsives qui s'exercent entre les particules, elle s'oppose à leur accolement lorsque, sous l'influence du mouvement brownien, les particules viennent à s'approcher très près l'une de l'autre. Aussi, constitue-t-elle un facteur important de la stabilité des solutions colloïdales.

On conçoit qu'une diminution de cette charge électrique, qui entraîne une diminution de la force répulsive, entraîne également une diminution dans la stabilité de la solution colloïdale. La floculation se produit lorsque les forces répulsives entre particules ne peuvent plus compenser les forces d'attraction d'origine capillaire. Une telle diminution se produira par fixation sur la particule colloïdale d'ions électrolytiques ayant un signe opposé à celui de la particule et l'on peut ainsi prévoir que, dans la floculation d'une solution colloïdale par un électrolyte, le rôle le plus important sera joué par l'ion de l'électrolyte dont le signe est opposé à celui de la particule colloïdale. Aussi donne-t-on habituellement à cet ion le nom d'ion actif : c'est le cation pour un colloïde négatif et l'anion pour un colloïde positif (règle de Hardy).

On a pu vérifier, dans un certain nombre de cas, que l'ion actif se fixe effectivement sur les particules : le gel provenant de la floculation d'un colloïde négatif renferme le métal du sel, même après lavage prolongé, tandis que le gel fourni par un colloïde positif fixe le radical du sel.

Bien entendu, la floculation étant produite par les ions de l'électrolyte introduit, on conçoit qu'à concentration moléculaire égale, un électrolyte sera d'autant plus efficace qu'il sera plus fortement ionisé. Ainsi, pour produire la floculation d'un colloïde négatif, il faut moins d'acide chlorhydrique, qui est un acide fort, qu'il ne faut d'acide acétique, qui est un acide faible.

D'ailleurs, les ions de même signe de divers électrolytes sont loin d'avoir la même activité. Le pouvoir précipitant d'un sel vis-à-vis d'un colloïde négatif croît très rapidement avec la valence de l'ion métallique tandis que vis-à-vis d'un colloïde positif, l'activité croît avec la valence du radical. Il est naturel de rattacher cette plus grande activité des ions polyvalents à la

valeur plus considérable de leur charge électrique, qui est proportionnelle à la valence.

En résumé, l'activité floculante d'un électrolyte est d'autant plus grande qu'il est plus fortement ionisé et que l'ion, dont la charge est de signe opposé à celle du colloïde possède une valence plus élevée.

Floculation produite par divers rayonnements. — Les électrolytes ne sont pas les seuls agents susceptibles de produire la floculation des solutions colloïdales. Quelques expériences semblent indiquer qu'on peut la déterminer en déchargeant les particules par l'action d'un rayonnement corpusculaire.

V. Henri et A. Mayer ayant soumis à l'action du rayonnement β intense émis par du bromure de radium diverses solutions colloïdales, les unes à granules positifs, les autres à granules négatifs, ont constaté qu'au bout d'un temps suffisant l'action des rayons β avait provoqué la floculation des colloïdes positifs et laissé intacts les colloïdes négatifs. Cependant l'interprétation de ces faits n'est peut-être pas aussi simple qu'il pourrait le sembler à première vue. Ainsi Norderson, étudiant l'influence de la lumière ultra-violette, des rayons X et des rayons β sur un hydrosol d'or, a signalé que les floculations ainsi déclenchées ne dépendent pas du signe des particules : les hydrosols à particules positives et les hydrosols à particules négatives soumis aux mêmes influences se sont, en effet, comportés d'une manière identique.

Peptisation des colloïdes floculés. — Dans certains cas, il est possible de reconstituer une solution colloïdale à partir du colloïde floculé. On peut produire souvent ce phénomène, habituellement désigné sous le nom de peptisation, par l'addition d'une solution légèrement acide au floculat provenant d'un colloïde à granules positifs et d'une solution légèrement basique au floculat provenant d'un colloïde négatif.

Etude expérimentale de la floculation. — On peut suivre une floculation, se rendre compte de sa durée et des particularités qu'elle présente, de diverses manières : soit en observant la solution dans un ultramicroscope, soit en étudiant une propriété physique de cette solution qui varie au cours de la floculation et soit facile à évaluer, telles que la viscosité, l'opacité, la coloration, etc.

L'observation à l'ultramicroscope a permis à Cotton et Mouton de se rendre compte de la manière dont se produit la floculation. « Si, écrit M. Cotton, l'on fait diffuser lentement, dans une préparation d'argent de Bredig, une petite quantité d'une solution d'alun, par exemple, on voit peu à peu, à l'ultramicroscope, l'aspect du liquide se modifier. Au lieu de points isolés indépendants, on y voit des groupes, composés au début seulement de deux ou trois points, qui sont évidemment solidaires les uns des autres. Si l'on attend quelque temps, le nombre des amas ainsi formés va en augmentant, en même temps qu'il se forme des groupes composés d'éléments plus nombreux ou de sortes de chapelets. Quand on observe avec un peu de patience, on peut même parfois saisir directement l'instant où un grain de couleur déterminée vient se déposer sur un amas déjà formé dont il fera désormais partie. Il faut bien insister sur ce point que (dans ce cas du moins), les granules ne sont pas collés les uns aux autres ; ils réagissent les uns sur les autres mais ne se touchent pas. S'ils se touchaient, on ne pourrait évidemment pas les distinguer les uns des autres une fois la coagulation produite. Non seulement ils sont séparés par des distances appréciables au microscope, mais ils possèdent, au moins au début, une certaine indépendance : dans les amas formés d'un petit nombre de grains, dans les chapelets, par exemple, les mouvements browniens qui persistent encore ne sont pas identiques pour les différents grains. C'est, sans doute, à cette structure qu'il faut rattacher l'aspect de flocons spongieux sous lequel le coagulum se présente le plus souvent. » Zsigmondy a pu même suivre, sur un sol d'or, la diminution progressive du nombre de particules après l'addition de l'électrolyte ; Kruyt et Van Arkel ont procédé de même sur un sol de sélénium. Mais la numération des grains à l'ultramiscroscope constitue une méthode d'une application fort délicate.

Certains hydrosols, tels que ceux d'hydrate ferrique, d'alumine, etc., éprouvent, au cours de leur floculation, un accroissement de viscosité qui a été utilisé dans quelques cas pour suivre la floculation.

D'autres solutions colloïdales, notamment celles de diverses matières colorantes, d'or, etc., éprouvent un changement de teinte, facile à déceler, qui permet de suivre la floculation à l'œil nu. Ainsi, un sol d'or voit sa teinte virer du rouge au violet, puis au bleu par addition d'une quantité suffisante d'un sel. Le temps nécessaire à la production du changement de couleur fournit une mesure de la durée d'évolution de la solution colloïdale.

Mais, d'une manière générale, l'évolution d'une solution colloïdale qui précède la floculation entraîne un grossissement important des micelles et, par suite, un accroissement des propriétés absorbantes de la solution dans tout le spectre. Aussi peut-on étudier cette évolution et en évaluer la durée en suivant, au moyen d'un photomètre ou d'un spectrophotomètre, l'accroissement d'opacité que la solution colloïdale éprouve en fonction du temps dans une région spectrale déterminée. C'est là une méthode très simple, d'une application ai-

sée, que j'ai beaucoup employée dans mes recherches et qui m'a toujours conduit à des résultats très précis et faciles à reproduire. Elle revient à comparer l'opacité d'une cuve à faces parallèles contenant le sol à étudier dilué de moitié avec de l'eau distillée, à l'opacité d'une cuve identique contenant le même sol dilué dans un égal volume d'une solution électrolytique. Pour une concentration convenable de la solution électrolytique, une évolution se produit dans le colloïde où on l'a ajoutée et entraîne un accroissement d'opacité. En suivant cette opacité par des mesures photométriques dans une région appropriée du spectre, on constate qu'elle croît avec le temps, d'abord rapidement, puis de moins en moins vite et tend vers une limite, comme le montre la courbe de la figure 1, relative à la floculation

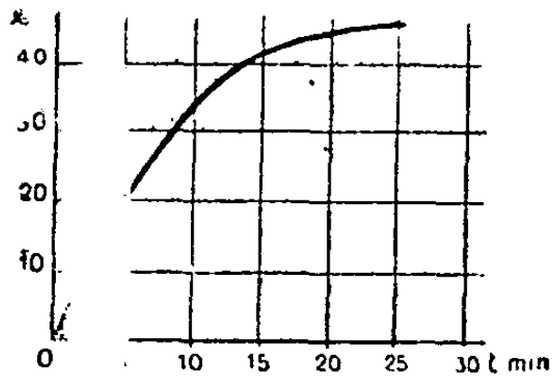


Fig. 1.

d'un sol de sulfure d'arsenic par du chlorure de potassium, où l'on a représenté la variation du coefficient d'absorption lumineuse x en fonction du temps évalué en minutes. Lorsque la limite d'opacité est atteinte, la solution colloïdale devient tout à fait instable et se détruit avec séparation des micelles, soit spontanément, soit sous une très légère influence physique, par exemple par simple agitation. Mais, en évitant toute agitation, on peut parfois conserver la solution colloïdale longtemps dans cet état sans observer le moindre dépôt. Aussi est-il peu précis d'évaluer la durée de la floculation, comme on le fait très souvent, en notant à l'œil le temps que met la matière en suspension à sédimenter. Au contraire, le temps que met l'opacité à atteindre sa valeur limite est parfaitement définie et des expériences répétées dans les mêmes conditions fournissent toujours exactement les mêmes durées de floculation.

Influence sur la floculation de la concentration de l'électrolyte introduit dans la solution colloïdale. — Si, par une des méthodes précédentes, on détermine la durée t de la floculation que produit, dans une solution colloïdale, l'introduction d'un électrolyte possédant dans la solution une concentration C, et qu'on trace la courbe représentant la variation de t en fonction de C, on obtient un graphique dont la forme peut éprouver des variations essentielles suivant la nature du colloïde et la nature de l'électrolyte utilisé pour la floculation.

a) Le plus souvent, et en particulier dans tous les cas où l'ion actif de l'électolyte (c'est-à-dire celui dont le signe est opposé à celui du colloïde) est monovalent, la forme du graphique très simple est celle donnée par la figure 2, relative

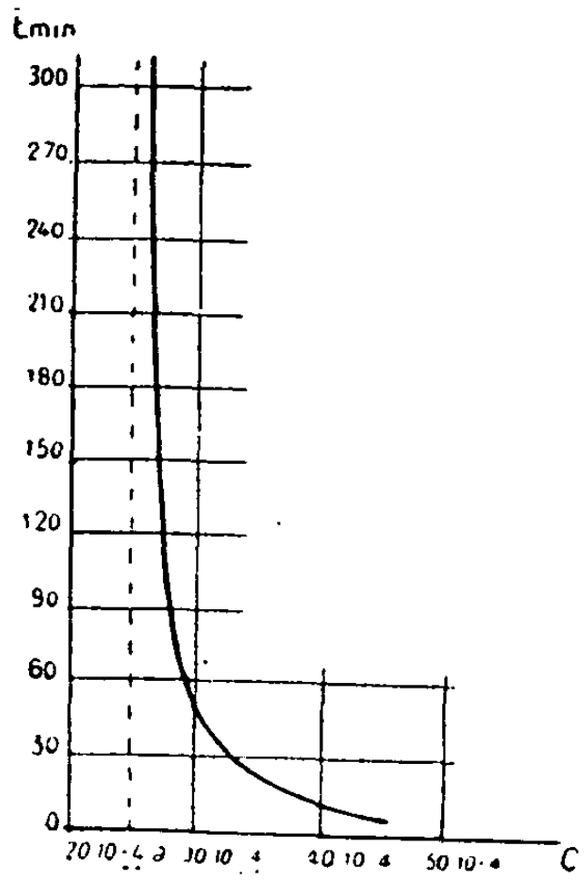


Fig. 2.

à la floculation d'une suspension de gomme gutte par une solution d'acide sulfurique. La durée t de la floculation augmente de plus en plus lorsque diminue la dose d'électrolyte et, pour une certaine concentration limite de cet électrolyte, finit par devenir infiniment grande, après quoi la floculation ne se produit plus : la courbe présente une asymptote verticale.

Pour des concentrations de plus en plus grandes, la durée de la floculation diminue de plus en plus et tend vers une valeur constante qui peut être pratiquement nulle : on arrive alors dans la région des floculations dites rapides.

Smoluchowski a développé une théorie cinétique de la floculation rapide qui s'accorde bien avec les observations ultramicroscopiques sur la diminution qu'éprouve, en fonction du temps, le nombre des particules. Elle consiste essentiellement à admettre que, dans la région de floculation rapide, chaque collision entre deux particules qui les amène suffisamment près l'une de l'autre est assimilable au choc entre deux corps mous, les particules demeurant soudées après le choc.

b) Lorsque l'ion actif de l'électrolyte floculant, c'est-à-dire celui dont le signe est opposé à celui des granules du colloïde, est polyvalent, il peut arriver que le graphique qui représente la durée t de floculation en fonction de la concentration de l'électrolyte, se compose de plusieurs branches, comme le montre le graphique

de la figure 3 relatif à la floculation d'une suspension de gomme gutte par du chlorure d'aluminium (1).

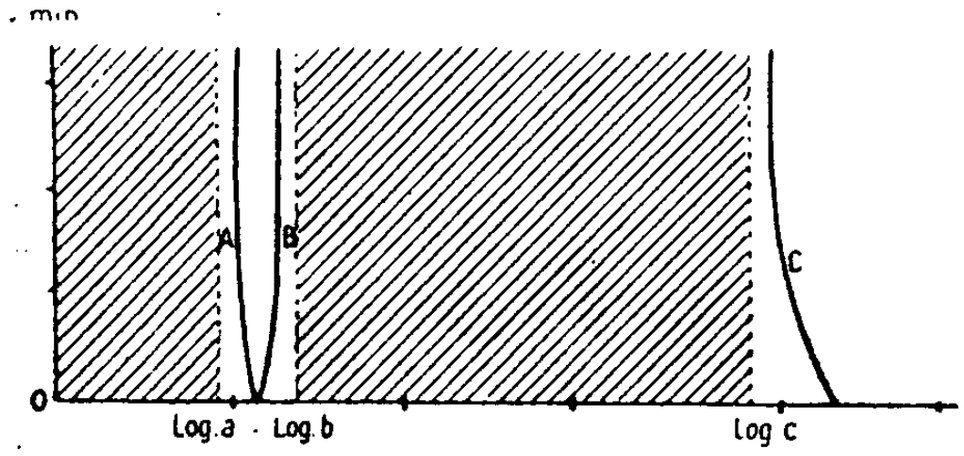


Fig. 3.

On voit que ce graphique présente 3 asymptotes parallèles à l'axe des temps correspondant à des concentrations a, b, c ($c >$, $b > a$) qui limitent deux zones de floculation constituées l'une par les concentrations comprises entre a et b et l'autre par les concentrations supérieures à c. Aucune floculation ne se produit d'une part pour les concentrations comprises entre b et c et, d'autre part, pour les concentrations inférieures à a.

Parmi les floculations susceptibles de présenter ainsi deux zones d'instabilité, citons, à titre d'exemple : celles que donnent les suspensions de gomme gutte ou de résine mastic et les hydrosols d'or avec le chlorure d'aluminium, le chlorure de cérium, le sulfate de chrome, le chlorure ferrique, le chlorure de thorium, etc. ; les sols d'hydrate ferrique avec le phosphate de sodium, l'arséniate de sodium, le citrate de sodium, le ferrocyanure de potassium, etc.

Comment exprimer la stabilité d'une solution colloïdale vis-à-vis d'un électrolyte donné. — Considérons une solution colloïdale et un électrolyte déterminant la floculation de la solution suivant le graphique représenté sur la figure 2. La courbe présente une asymptote qui divise le plan en deux régions : pour les concentrations en électrolytes situées à droite de l'asymptote, l'ordonnée de la courbe donne la durée de la floculation ; pour les concentrations inférieures à l'abscisse de l'asymptote aucune floculation ne se produit. Il semble donc tout à fait légitime d'exprimer la stabilité d'une solution colloïdale vis-à-vis d'un électrolyte donné par la concentration de cet électrolyte qui correspond à l'asymptote de la courbe de floculation.

Dans le cas où le colloïde flocule sous l'action d'un ion polyvalent et présente deux zones de floculation, comme l'indique le graphique de la figure 3, la stabilité du sol vis-à-vis de l'électrolyte est caractérisée par l'ensemble des valeurs a, b, c, définissant les trois asymptotes que présente la courbe. Nous laisserons de côté ce cas complexe et nous nous contenterons d'envisager la stabilité des solutions colloïdales vis-à-vis des électrolytes ne fournissant qu'une zone de floculation.

Cette stabilité peut être mesurée avec une grande précision et l'on peut étudier comment elle varie sous l'influence de divers facteurs. On constate ainsi que cette variation est assez complexe et ne suit pas les lois simples qu'on trouve souvent mentionnées dans les traités élémentaires.

Parmi les facteurs les plus importants à envisager du point de vue de la stabilité on peut citer : 1° la structure interne du colloïde, caractérisée par la grosseur moyenne des particules et leur nombre par unité de volume; 2° les conditions extérieures au milieu (température, agitation, lumière, etc.) ; 3° la présence dans le sol de petites quantités de substances étrangères de nature électrolytique ou non .

Facteurs dont dépend la stabilité d'une solution colloïdale. — 1° *Influence de la structure interne de la solution colloïdale.* — La stabilité d'une solution colloïdale vis-à-vis d'un électrolyte donné dépend beaucoup de la grosseur moyenne de ses micelles sans qu'on puisse rien dire de très général concernant le sens de cette variation qui, pour un colloïde donné, peut varier avec la nature de l'électrolyte. En particulier, il n'est pas vrai, comme on pourrait le supposer *a priori*, et comme on l'indique très souvent, qu'un mûrissement des particules, qui semble rapprocher le colloïde du terme de son évolution, entraîne toujours une fragilité plus grande du colloïde vis-à-vis de tous les électrolytes. Ainsi ai-je constaté que des sols de sulfure d'arsenic de même concentration sont d'autant plus stables vis-à-vis du chlorure de potassium et du chlorure de baryum que la grosseur moyenne de leurs granules est plus grande. Le mûrissement du sol augmente donc sa stabilité vis-à-vis des floculations provoquées par le chlorure de baryum et de sodium. Mais il la diminue vis-à-vis du chlorure d'aluminium.

L'influence sur la stabilité de la concentration du colloïde, pour des particules de même grosseur moyenne, varie également avec la nature de l'électrolyte et avec celle du colloïde. Ainsi, dans le cas du sulfure d'arsenic, la stabilité vis-à-vis du chlorure de calcium et du chlorure de baryum est d'autant plus grande que la solution colloïdale est plus concentrée ; la stabilité vis-à-vis du chlorure d'aluminium diminue, au contraire, quand la concentration de la solution augmente ; plus la solution est

(1) Sur la fig. 3, afin de pouvoir faire entrer toutes les observations dans le même graphique, on a pris comme abscisses non les concentrations C elles-mêmes mais leurs logarithmes.

concentrée, moins il faut de chlorure d'aluminium pour le faire floculer.

La seule règle générale qu'il semble possible de formuler est celle que nous a fournie la comparaison de l'influence exercée par la concentration avec celle de la grosseur moyenne des particules : lorsque, vis-à-vis d'un électrolyte donné, la stabilité d'une solution colloïdale augmente avec la concentration à égalité de grosseur moyenne des grains, elle diminue pour un accroissement de la grosseur moyenne des grains à concentration invariable ; lorsque la stabilité diminue par une augmentation de concentration à égalité de grosseur moyenne des grains, elle augmente avec la grosseur à égalité de concentration. Il semble y avoir parallélisme entre les deux phénmènes comme si la stabilité d'une solution colloïdale dépendait uniquement du nombre des particules contenues dans l'unité de volume.

2° *Influence des condidions extérieures.* — La température exerce souvent une influence sur la stabilité des sols mais, dans bien des cas, cette influence varie avec la nature de l'électrolyte utilisé pour provoquer la floculation, sans qu'il soit possible de formuler aucune règle générale concernant le sens de l'action exercée.

Une agitation continue et énergique de la solution colloïdale après introduction de l'électrolyte diminue souvent la quantité de l'électrolyte nécessaire pour produire la floculation.

Certains auteurs ont signalé une influence des radiations lumineuses sur la stabilité des solutions colloïdales, mais je n'ai pu la constater dans aucune de mes expériences sur les sols de sulfure d'arsenic, de gomme gutte ou de résine mastic et elle me paraît très improbable.

Toutefois, dans des expériences toutes récentes, j'ai constaté, en collaboration avec mon élève, M. Bouchard, que l'addition de faibles quantités de diverses matières fluorescentes (fluorescéine, éosine, érythrosine, etc.), aux solutions colloïdales, leur communique une photosensibilisation très nette : la floculation est beaucoup plus rapide sous l'influence de la lumière et surtout des radiations ultra-violettes que dans l'obscurité alors que l'action de la lumière ou de ces radiations est sans aucune influence, tout au moins pour la durée des essais réalisés, soit sur le mélange de la substance colorante avec la solution colloïdale, soit sur celui de la solution colloïdale avec l'électrolyte floculant. La lumière ou les radiations ultra-violettes n'agissent sur la floculation que lorsque, au sein de la solution colloïdale, se trouvent réunis à la fois la substance colorante et l'électrolyte floculant .Il y a là une action photosensibilisatrice tout à fait comparable à celle que diverses matières colorantes exercent sur la destruction des microbes en présence des radiations.

Enfin, la quantité d'électrolyte nécessaire pour faire floculer une solution colloïdale donnée varie dans de grandes proportions, suivant la manière dont l'électrolyte est introduit. Cette quantité est généralement d'autant plus grande que l'électrolyte est introduit à l'état plus dilué ; elle finit cependant par devenir pratiquement invariable à partir d'une certain dilution.

3° *Influence des substances étrangères.* — L'addition d'une très faible quantité d'une substance étrangère à une solution colloïdale en peut modifier très profondément la stabilité vis-à-vis des électrolytes.

a) Quelques colloïdes dits stables, tels que gélatine, albumine, gomme, etc., exercent une action protectrice sur certaines solutions colloïdales, notamment sur les hydrosols d'or. Mais ce phénomène est loin d'être général. Dans le cas, par exemple, de sols de sulfure d'arsenic et d'hydrate ferrique, des suspensions de gomme gutte et de résine mastic, on constate souvent que l'addition d'une petite quantité du colloïde stable rend tout d'abord le sol plus sensible à l'action des électrolytes. Si l'on augmente la quantité de colloïde stable introduit, l'accroissement d'instabilité qu'il provoque dans le sol peut aller s'atténuant et finir par s'annuler. Des quantités plus fortes exercent ensuite une action protectrice de plus en plus nette ; toutefois des doses massives peuvent déterminer la floculation du sol. Pour des quantités du colloïde protecteur croissantes à partir de zéro, on peut donc observer successivement : 1°) un accroissement de sensibilité du sol aux électrolytes ; 2° un effet protecteur vis-à-vis des mêmes électrolytes ; 3° une coagulation en l'absence de tout électrolyte.

b) La présence de traces d'électrolyte joue un rôle remarquable sur la stabilité des sols. Graham avait déjà signalé que, si l'addition en quantité importante d'un électrolyte à une solution colloïdale en provoque la floculation, l'élimination complète des traces d'électrolytes que renferme normalement une solution colloïdale est tout aussi nuisible à sa stabilité.

Ainsi, en dialysant les sols d'hydrate ferrique pour enlever l'excès d'acide chlorhydrique qui diminue la stabilité du sol, il remarqua qu'il ne fallait pas prolonger trop longtemps la dialyse, sous peine de voir le sol floculer spontanément dans le dialyseur. Il fut le premier à signaler l'action stabilisante ou, comme on dit souvent, peptisante, des électrolytes.

Depuis, ces phénomènes de peptisation ont été bien des fois constatés et ils sont souvent utilisés pour la préparation des solutions colloïdales. Ainsi, quand on fait passer un courant

d'hydrogène sulfuré dans une solution de chlorure mercurique, le sulfure mercurique qui prend naissance se précipite sous l'influence de l'acide chlorhydrique formé dans la réaction :

$$HgCl^2 + H^2S = HgS + 2\,HCl.$$

Si l'on purifie le précipité par des lavages prolongés pour éliminer tous les électrolytes, et si, l'ayant introduit dans l'eau distillée, on le soumet à un courant d'hydrogène sulfuré, il passe progressivement à l'état de solution colloïdale. L'hydrogène sulfuré joue ici le rôle de peptisant.

Mais l'addition à une solution colloïdale de quantités très faibles d'un électrolyte n'en modifie pas toujours la stabilité dans le même sens vis-à-vis des floculations produites par divers autres électrolytes. Ainsi une trace d'ammoniaque telle qu'en peut absorber un sol de sulfure d'arsenic au voisinage duquel se trouve un flacon d'ammoniaque débouché, qui protège le sol très nettement vis-à-vis des floculations par les chlorures alcalins et le chlorure d'aluminium, le rend, au contraire, nettement plus sensible à l'action du chlorure de baryum, du chlorure de magnésium, du chlorure de zinc. L'addition de petites quantités de potasse, de soude, de silicates alcalins, agit d'une manière analogue. Les suspensions de gomme gutte et de résine mastic se comportent vis-à-vis de tous ces électrolytes comme les sols de sulfure d'arsenic.

c) Un phénomène encore plus curieux est la protection qu'exerce l'introduction de faibles quantités d'un électrolyte contre la floculation produite par des doses plus fortes du même électrolyte.

Dans un très grand nombre de cas, j'ai constaté, avec la collaboration de mes élèves, sur les sols de sulfure d'arsenic, sur les suspensions de gomme-gutte et de résine mastic, que le sol ou la suspension dans lesquels on avait préalablement introduit une dose d'électrolyte trop faible pour provoquer la floculation, pouvaient ensuite supporter sans floculer une dose β du même électrolyte, supérieure à la dose α que supporte le colloïde non traité. L'introduction préalable d'une faible dose de l'électrolyte dans le sol le protège contre l'action de doses plus fortes du même électrolyte.

L'analogie de ce phénomène avec l'accoutumance de l'organisme à certaines substances toxiques est trop évidente pour qu'il soit nécessaire d'y insister. De même qu'un sujet peut arriver progressivement à absorber des doses d'un toxique qui seraient mortelles pour un sujet normal, de même un sol peut supporter, à condition de l'ajouter progressivement, une dose d'électrolyte qui, introduite en une seule fois, déterminerait la floculation.

Ces phénomènes rappellent aussi les effets de la vaccination. L'analogie, dans ce cas, peut être poussée assez loin. Ainsi, l'effet de protection réalisé sur un colloïde dépend de la dose préparante introduite : quand on augmente cette dose, l'effet de protection croît d'abord, passe par un optimum et décroît ensuite. De même, un certain temps d'incubation est nécessaire : la protection réalisée par l'introduction d'une dose donnée de la substance préparante, généralement nulle ou très faible au début, croît avec le temps, passe par un optimum au bout d'un certain temps qui dépend de la nature du colloïde et de celle de l'électrolyte, puis semble s'atténuer lentement.

D'éminents biologistes, notamment M. Lasseur, professeur à la Faculté de pharmacie de Nancy, ont montré l'intérêt du phénomène précédent dans l'agglutination des microbes (1).

III. Floculation des colloïdes stables ou hydrophiles

Il existe un second groupe de solutions colloïdales relatif à des colloïdes désignés souvent sous le nom de colloïdes stables, émulsoïdes ou lyophiles, qui se distinguent par plusieurs caractères des colloïdes instables, suspensoïdes ou lyophobes dont il a été question jusqu'ici. Ce deuxième groupe comprend principalement des solutions colloïdales de produits naturels : amidon, dextrine, agar-agar, albumine, gélatine, protéines diverses. Mais on peut y rattacher également quelques solutions colloïdales de synthèse portant sur des produits minéraux, parmi lesquels figurent les hydrosols de silice, d'acide stannique, de soufre.

1° Du point de vue de la floculation, les colloïdes stables se distinguent principalement des colloïdes instables étudiés dans la première partie de cet article en ce que cette floculation ne se produit qu'avec des doses relativement considérables d'électrolytes. Alors qu'il suffit de concentrations de l'ordre d'une millimolécule gramme par litre pour faire floculer une solution colloïdale instable telle que celle de sulfure d'arsenic, ou d'hydrate ferrique, il faut mettre en œuvre des doses de l'ordre d'une molécule-gramme par litre pour faire floculer une protéine. De plus, les quantités d'électrolytes nécessaires pour la floculation ne semblent pas liées à la valence de l'ion actif.

2. Certains auteurs interprètent les propriétés des solutions de colloïdes stables par la fixation d'eau sur les particules de ces colloïdes, d'où leur nom de colloïdes hydrophiles qu'on

(1) Voir *Travaux du Laboratoire de microbiologie de la Faculté de Nancy.*

leur donne souvent. En diminuant ou supprimant cette hydratation, on transforme la solution colloïdale en une autre qui a toutes les propriétés des sols hydrophobes instables examinés dans la première partie de cet article. Dans un sol d'amidon, par exemple, les particules, fortement hydratées, ont un indice voisin de celui de l'eau en sorte que le sol paraît tout à fait clair et ne donne lieu à aucun effet Tyndall appréciable, il résiste à la floculation du chlorure de baryum. L'introduction d'alcool dans la solution colloïdale, qui a pour effet de déshydrater les particules, modifie considérablement les propriétés de la solution ; elle lui communique un aspect trouble rappelant celui d'une suspension de résine mastic et détermine l'apparition d'un effet Tyndall notable; en même temps, la solution acquiert les propriétés des solutions colloïdales instables et elle floculc par addition d'une quantité d'électrolyte très faible. Une solution d'agar-agar dans l'eau se comporte d'une manière analogue et acquiert les propriétés des solutions colloïdales instables par addition d'alcool.

Kruyt explique aisément, dans cette hypothèse, le fait qu'une grande concentration d'électrolyte est nécessaire pour faire floculer une solution colloïdale stable. Les expériences qu'il a faites montrent qu'une concentration très faible d'électrolyte suffit à décharger les particules du colloïde, mais, pour que la floculation, se produise, il faut encore les déshydrater. Le surplus d'électrolyte ajouté jouerait, d'après Kruyt, un rôle déshydratant comparable à celui de l'alcool.

Cette hydratation des particules colloïdales, si importante du point de vue qui nous occupe, se manifeste dans d'autres circonstances, récemment signalées par Gortner et Newton. Si, dans un certain volume d'eau, on dissout un certain poids de sucre et qu'on détermine le point de congélation de la solution, puis qu'on recommence l'expérience après addition d'un certain poids de colloïde hydrophile, par exemple d'amidon qui ne produit par lui-même aucun abaissement appréciable du point de congélation, on trouve cependant, dans la deuxième expérience, un point de congélation nettement plus bas que dans la première : c'est ce qu'on explique par la fixation d'eau sur les particules du colloïde, d'où résulte un accroissement de concentration de la solution de sucre. L'écart des points de congélation ainsi observé permet de calculer le facteur d'hydratation des particules du colloïde hydrophile introduit.

Il importe de signaler, à propos de certaines solutions colloïdales stables, notamment celles de protéines, qu'un grand nombre de leurs propriétés, et notamment la floculation, sont étroitement liées à la concentration en ions H^+ réalisée dans la solution (J. Lœb).

IV. Floculation réciproque des colloïdes.

Les phénomènes qui se produisent lorsqu'on mélange des solutions colloïdales sont très différents suivant la nature et le signe de ces solutions. Je n'envisagerai ici que les trois cas suivants :

1° Les deux solutions colloïdales mélangées appartiennent à la catégorie des solutions colloïdales instables ;

2° L'une des solutions colloïdales est stable et l'autre instable ;

3° Les deux solutions colloïdales appartiennent à la catégorie des solutions colloïdales stables.

Action réciproque des solutions colloïdales instables. — Quand on mélange dans des proportions convenables deux solutions colloïdales instables dont les particules ont des signes opposés, une floculation se produit pour des proportions des deux solutions colloïdales comprises entre certaines limites. Si, à une certaine quantité de solution colloïdale A on ajoute des quantités croissantes de la solution colloïdale B, la floculation commence pour une certaine quantité Q_1 du colloïde B, subsiste jusqu'à une quantité Q_2 de ce colloïde et disparaît ensuite. Il y a donc une zone de floculation pour les quantités du colloïde B comprises entre Q_1 et Q_2.

On explique généralement la floculation obtenue en mélangeant des solutions colloïdales dont les particules ont des signes contraires, par une neutralisation réciproque des particules. Lorsque la charge des particules complexes obtenues est devenue nulle, toute action répulsive entre ces particules ayant disparu, rien ne s'oppose plus à ce qu'elles s'agglomèrent et se séparent du solvant.

Cette théorie est très simple et semble contenir une grande part de vérité. Toutefois, elle n'est pas en accord avec tous les faits observés. En particulier, elle n'explique pas la floculation qui s'observe dans certains cas par le mélange de solutions colloïdales dont les particules ont le même signe. Ainsi, d'après Freundlich et Nathansohn, l'hydrosol de sulfure d'arsenic et l'hydrosol de soufre préparé à partir de l'hyposulfite, qui sont tous deux formés de particules chargées négativement, peuvent floculer mutuellement lorsqu'on les mélange en des proportions convenables; il en est de même pour les hydrosols de soufre et certains hydrosols d'argent ou de sélénium, qui sont également tous formés de particules chargées négativement.

Une autre théorie de la floculation mutuelle des solutions colloïdales attribue cette flocula-

tion à la destruction par réaction mutuelle des traces des électrolytes qui, dans les deux solutions colloïdales, jouent le rôle de stabilisant ou de peptisant. Effectivement, dans les recherches sur la floculation réciproque de l'hydrosol de silice par l'hydrosol d'hydrate ferrique, on a constaté que les zones de floculation ne dépendaient pas des masses des particules colloïdales en présence, mais seulement des masses des électrolytes peptisants, à savoir le silicate de soude pour la silice et le chlorure ferrique pour l'hydrate ferrique. La floculation se produit lorsque, par réaction mutuelle, ces électrolytes se détruisent. On comprend dès lors que des hydrosols dont les particules colloïdales ont le même signe puissent donner lieu à des floculations ; il suffit que leurs électrolytes peptisants soient susceptibles de réagir l'un sur l'autre. Ainsi la floculation qui se produit entre un hydrosol de soufre, dans lequel l'agent peptisant est l'acide pentathionique, et l'hydrosol de sulfure d'arsenic, dans lequel l'agent peptisant est l'hydrogène sulfuré, s'expliquerait par la réaction :

$$5\ H^2\ S + H^2\ S^5\ O^6 = 10\ S + 6\ H^2\ O$$

qui entraîne la disparition des deux électrolytes peptisants.

De même, dans des recherches sur la floculation réciproque entre un sol d'hydrate ferrique à granules positifs et un sol d'hydraté ferrique de même origine, mais dont les granules ont été rendus négatifs par l'addition d'une quantité convenable de phosphate de soude ou de citrate de soude, j'ai montré que les floculations pourraient s'interpréter par réaction mutuelle des électrolytes peptisants.

Action d'une solution colloïdale stable sur une solution colloïdale instable. — Quand on mélange une solution colloïdale stable et une solution colloïdale instable, divers phénomènes peuvent se produire. Il peut y avoir :

1° Accroissement de stabilité de la solution colloïdale instable;
2° Diminution de stabilité de cette solution;
3° Floculation réciproque des deux colloïdes

1° Effet protecteur exercé sur une solution colloïdale instable par l'addition d'un colloïde stable. — Il peut arriver, ainsi que nous l'avons mentionné dans la première partie de cette étude, qu'une très faible quantité d'un colloïde stable, ajouté à une solution colloïdale instable, augmente la stabilité de celle-ci et joue un rôle protecteur vis-à-vis de la floculation par les électrolytes. Ce phénomène a été découvert par Faraday. L'illustre physicien observa que l'addition de gélatine aux solutions colloïdales d'or qu'il avait préparées les rendait assez stables pour qu'on puisse les évaporer à siccité sans en modifier la couleur.

Zsigmondy a longuement étudié cette action protectrice des colloïdes stables sur les hydrosols d'or et reconnu notamment qu'elle varie beaucoup avec la nature du colloïde stable. Il a donné le nom d'indice d'or au nombre de milligrammes du colloïde protecteur qui suffit à empêcher le virage du rouge au bleu de 10 cm^3 d'un hydrosol d'or par addition d'un centimètre cube d'une solution de chlorure de sodium à 10 pour cent.

Il n'est pas douteux que l'indice d'or d'un colloïde stable constitue un caractère physique important de ce colloïde. Ainsi l'addition d'un colloïde protecteur à l'hydrosol de platine diminue et finit par supprimer les propriétés catalytiques de cet hydrosol. Or, en étudiant les quantités des divers colloïdes stables qui réduisent dans le même rapport l'activité catalytique du platine colloïdal, on constate que ces quantités varient comme l'indice d'or. Se basant sur ces résultats, on avait proposé de caractériser les diverses variétés de gélatine par leur indice d'or. Cependant il ne semble pas que cet indice soit en relation avec les propriétés des gélatines qui sont les plus intéressantes pour la plupart des applications.

Loeb a également étudié l'action exercée par de petites quantités de protéine sur les suspensions de fines particules de collodion et remarqué qu'elles en augmentent la stabilité. On est encore loin de connaître exactement le mécanisme par lequel les colloïdes stables accroissent la stabilité de certaines solutions colloïdales instables. On admet généralement que les colloïdes protecteurs ajoutés forment autour des particules des colloïdes instables une couche protectrice très mince.

Mentionnons comme application des propriétés protectrices de certains colloïdes stables, leur emploi dans la fabrication des crêmes glacées pour éviter la formation de gros cristaux de glace et augmenter ainsi l'onctuosité du produit (on emploie principalement, à cet effet, la gélatine, l'ovalbumine et la gomme de Karaya).

J'ai montré également que, par addition d'une faible quantité d'un colloïde stable, on pouvait ralentir considérablement le grossissement des cristaux dans le cas de précipitation de solutions étendues. L'addition d'un tel colloïde permet de doser une solution saline étendue en mesurant soit l'opacité, soit le pouvoir diffusif de la suspension réalisée en ajoutant à la solution un réactif susceptible de produire un fin précipité. Dans beaucoup de cas, en effet, l'évolution de la suspension est suffisamment ralentie pour qu'on puisse procéder à la mesure précise de l'opacité ou du pouvoir diffusif, ce qu'il est impossible de faire sans addition de colloïdes stables, à cause de la variation rapide

qu'éprouvent cette opacité et ce pouvoir diffusif.

2° Diminution de stabilité d'un colloïde instable par l'addition d'un colloïde stable. — Dans bien des cas, l'action protectrice exercée par un colloïde stable sur une solution colloïdale instable ne se produit qu'à partir d'une certaine dose du colloïde stable. Ainsi qu'on l'a mentionné antérieurement, l'addition en quantité très faible d'un colloïde stable à une solution colloïdale instable peut diminuer la stabilité de celle-ci vis-à-vis des électrolytes ; la floculation se produit alors pour une quantité d'un électrolyte donné plus faible qu'en l'absence du colloïde stable.

Le phénomène est très net avec le sol d'hydrate ferrique. On a proposé de caractériser les divers colloïdes hydrophiles par un indice de fer qui traduirait la réduction de stabilité produite par une quantité donnée du colloïde vis-à-vis de la floculation du sol d'hydrate ferrique par le chlorure de sodium.

Bien des explications ont été proposées pour rendre compte de la diminution de stabilité produite par l'addition de très faibles quantités d'un colloïde stable dans une solution colloïdale instable. Mais aucune ne me paraît satisfaisante.

3° Floculation réciproque d'un colloïde stable et d'un colloïde instable. — Enfin, mélangées dans des proportions convenables, il peut arriver qu'une solution colloïdale stable et une solution colloïdale instable floculent mutuellement. Dès ses premières recherches, Graham avait signalé la précipitation des hydrosols d'alumine et de silice par la gélatine.

Le phénomène semble dépendre du signe des particules des deux colloïdes. Ainsi une solution de gélatine contenant une trace d'acide, dont les particules sont positives, précipitera un sol de trisulfure d'arsenic, tandis qu'une solution de gélatine additionnée d'une très faible quantité d'ammoniaque, dont les particules sont négatives, précipitera un hydrosol d'hydrate ferrique. Bien entendu, cette précipitation mutuelle ne se produit que pour des quantités des solutions colloïdales utilisées, comprises entre certaines limites, tout comme dans le cas où l'on mélange entre elles deux solutions colloïdales instables.

Action réciproque de deux solutions colloïdales stables. — Dans certaines conditions, il se produit une précipitation par mélange de deux solutions de colloïdes hydrophiles. C'est ce qu'avait observé Graham en mélangeant une solution de gélatine et une solution de gomme arabique. Comme autre exemple intéressant, citons la précipitation des solutions de protéine par les solutions de tanin. Un grand nombre de précipitations mutuelles ont également été signalées dans le groupe des protéines.

Lorsqu'on mélange des solutions de gélatine et de gomme arabique, la coagulation réciproque se manifeste tout d'abord par la production de gouttelettes qui peuvent même s'unir de manière à former une couche liquide. MM. Bungenbert de Jong et Dikker ont signalé que cette séparation en deux couches est un phénomène général qu'on peut observer toutes les fois qu'il se produit une floculation, si l'on a soin que cette floculation soit dirigée avec certaines précautions. Xruyt et de Jong, qui ont désigné ce phénomène sous le nom de coacervation, en ont fait une étude très poussée qui les a conduits à préciser le rôle de l'hydratation dans la stabilité des colloïdes hydrophiles. D'après eux, cette hydratation consisterait en une orientation des dipôles de l'eau. Tout près de la particule, cette orientation est parfaite mais elle devient de moins en moins complète au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la particule ; à une certaine distance, le liquide devient normal et les molécules d'eau sont complètement en désordre. L'enveloppe constituée par l'eau d'hydratation est donc diffuse, tout comme la couche double électrique ; ce n'est que la partie centrale qu'on peut considérer comme concrète.

Il ne m'est pas possible d'énumérer ici tous les exemples de précipitations mutuelles de colloïdes hydrophiles qui ont été étudiés. De l'amas un peu touffu des faits publiés, il me paraît plus intéressant d'essayer de dégager quelques règles générales relatives aux facteurs qui conditionnent cette précipitation.

La concentration en ions H^+ constitue l'un des plus importants de ces facteurs. Michaëlis et Davidsohn, dans leur étude sur la précipitation mutuelle des protéines, ont montré que les conditions optima de précipitation se trouvent réalisées lorsque la concentration en ions H^+ de la solution contenant le mélange des protéines est comprise entre les concentrations de cet ion que définissent les points isoélectriques des deux protéines. Dans ces conditions, en effet, l'une des protéines existe à l'état de cation et ses particules sont chargées positivement, l'autre est à l'état d'anion et ses particules sont négatives ; il peut donc arriver que leur mélange donne lieu à la formation d'un complexe insoluble. Au contraire, si la concentration en ions H^+ de la solution se trouve du même côté par rapport aux points isoélectriques des deux protéines, celles-ci existent toutes deux soit à l'état de cation, soit à l'état d'anion, c'est-à-dire à l'état de particules ayant le même signe, et l'on comprend que leur mélange ne fournisse aucune floculation.

D'ailleurs, même lorsque les conditions re-

latives à la concentration en ions H^+ (c'est-à-dire au signe des particules mises en présence) sont réalisées, la floculation par mélange des deux solutions ne se produit, comme dans le cas des mélanges de deux solutions colloïdales instables, que pour des proportions convenables de ces solutions. On ne l'observe pas si l'un ou l'autre des deux colloïdes mélangés est en grand excès.

Les phénomènes précédents peuvent aider à comprendre certaines réactions utilisées en microbiologie et en sérothérapie, et notamment la précipitation mutuelle des toxines et antitoxines, des bactéries et agglutinines.

UNE APPLICATION DE LA SCIENCE A L'ART CULINAIRE :

L'ENGRAISSEMENT ARTIFICIEL DES VIANDES

par le Dr A. GAUDUCHEAU

Tous nos aliments naturels, d'origine animale ou végétale, contiennent des graisses ; les viandes, notamment, en renferment toujours, même lorsqu'elles sont maigres ; ils y en a environ 5 pour 100 dans la chair musculaire moyenne du bœuf et jusqu'à 35 pour 100 chez le porc gras.

La qualité d'une viande dépend, pour une grande part, de son état d'engraissement; on veut généralement qu'elle soit parsemée de petits amas graisseux répartis en travées ou en paquets entre les fibres, donnant à la coupe un aspect caractéristique, dit persillé, où la matière grasse alterne avec l'élément musculaire proprement dit ; une viande possédant cette qualité est plus agréable à manger que celle provenant d'une bête maigre, toutes choses étant égales d'ailleurs.

On obtient ordinairement cette charge graisseuse convenable des animaux par les méthodes bien connues de l'élevage traditionnel, lesquelles comportent toutes sortes d'artifices, depuis la suralimentation et le gavage jusqu'à la castration, opération pratiquée couramment dans le but de faciliter l'engraissement.

En cuisine classique, on accompagne presque toujours les préparations de viandes d'un assaisonnement gras ; les sauces, les fritures, etc., se font au beurre, à l'huile ou au saindoux. Les cuisiniers savent aussi faire pénétrer des graisses dans l'intérieur des viandes ; pour cela, ils y introduisent des morceaux de gras de porc ou lardons par des trous que l'on y perce au moyen de couteaux ou d'aiguilles spéciales dites lardoires ; ainsi, les pièces de bœuf « mode », sont chargées de lardons afin de corriger leur sécheresse et de leur donner du moelleux. Cette opération culinaire donne d'excellents résultats ; mais les pièces ne sont pas homogènes ; la graisse forme des blocs compacts au milieu de la viande ; de plus, la technique en est impraticable sur les petits morceaux, tels que bifstecks, côtelettes et petits animaux, car on abîmerait ces viandes en y perçant des trous.

***

Un autre moyen d'engraissement artificiel est celui qui consiste à faire pénétrer les graisses dans les chairs par la voie sanguine, ainsi que nous allons l'expliquer.

Lorsqu'une bête a été tuée et saignée, le système circulatoire, le cœur, les artères, les vaisseaux capillaires et les veines sont vides, les chairs qui étaient rouges pendant la vie sont devenues plus pâles, le sang, en quittant le corps, y a laissé de la place ; c'est cette place que nous proposons de remplir par de la graisse fondue ou de l'huile ; alors, les viandes qui étaient auparavant pleines de sang deviennent pleines de graisse.

On effectue cette opération au moyen d'une pompe ou d'une seringue, que l'on remplit de la graisse choisie ; puis on fixe solidement l'orifice de cet instrument dans une artère ou dans le cœur et l'on pousse la matière grasse dans les vaisseaux et par eux dans les tissus, sous une pression convenable, jusqu'à ce que le membre, le viscère ou le corps entier soient pleins. L'engraissement est instantané.

Nous avons nommé « intrasauces » ces assaisonnements internes, formés non seulement de graisses, mais aussi d'aromates et de sel.

Alors qu'il est d'usage universel, en cuisine classique, de disposer les sauces à l'extérieur des morceaux de viande, de façon que ceux-ci soient imprégnés de dehors en dedans, les intrasauces sont amenées de dedans en dehors, par le système circulatoire, c'est-à-dire par le chemin que suit le sang durant la vie pour se rendre dans les tissus. Ces liquides, introduits sous pression, vont engraisser et aromatiser les viandes d'une

manière homogène et sans aucun artifice visible extérieurement.

Pendant la vie d'un animal, la voie sanguine est le chemin que prennent normalement, pour se rendre dans toutes les parties de l'organisme, toutes les matières alimentaires nutritives absorbées dans le tube digestif. Lorsque, par exemple, des graisses puisées dans la paroi intestinale vont se déposer dans les tissus, elles empruntent la voie sanguine. Dans les conditions naturelles, c'est toujours par l'intermédiaire de la circulation du sang que les chairs sont formées, engraissées et modifiées de toutes manières. Lors donc que nous employons cette voie pour obtenir les modifications qui nous conviennent, nous ne faisons qu'imiter ce que nous montre la vie ; seulement, nous allons immédiatement au but, sans utiliser l'intermédiaire intestinal ; nous prenons, par exemple, les graisses toutes faites que l'on appelle beurre, huile ou saindoux et nous les poussons dans les muscles par la voie sanguine afin d'engraisser aussitôt les viandes ; nous prenons les aromes des plantes qui nous plaisent et, sans nous attarder au métabolisme digestif qui les altérerait, nous les envoyons dans les chairs, toujours par le chemin physiologique du sang. Il n'y a aucune « chimie » dans cette affaire ; nous adaptons seulement à nos fins les voies de la nature.

*
* *
•

Les opérations nécessaires pour faire pénétrer les intrasauces dans les viandes doivent être faites très proprement, suivant les règles de l'hygiène, sur des denrées absolument saines et bien conservées.

La technique ne présente aucune difficulté particulière d'exécution. Il est aussi simple d'injecter un animal que, par exemple, de l'empailler. Le débutant commencera par les travaux les moins compliqués ; il traitera d'abord des organes et des membres séparés avant d'intervenir sur les animaux entiers. On s'exercera sur le rognon de bœuf ou sur le gigot d'agneau, dont les artères ne sont pas trop abîmées, en général, par les bouchers, puis, sur le lapin et l'oie que l'on peut se procurer en ville avant leur éviscération.

Il est nécessaire de savoir distinguer les artères et les veines lorsqu'on veut faire des intrasauces. Celles-ci s'introduisent généralement dans les artères.

L'artère et la veine principales d'un membre sont juxtaposées et parallèles. Chez les animaux tués et saignés, on les découvre vers les endroits où il reste un peu de sang ; ce sang résiduel est contenu dans la veine ; l'artère voisine est vide.

Dans un gigot de mouton, par exemple, nous remarquerons en un point de la face interne et supérieure de la pièce, une tache de sang et nous verrons que ce sang est renfermé dans un vaisseau large, à parois minces et aplaties ; c'est la veine. L'artère est toute proche ; on la trouvera à quelques millimètres plus bas que la veine; on la découvrira en déchirant légèrement avec l'ongle ou avec une pince les tissus de la région où ces vaisseaux sont souvent dissimulés à la vue par un peu de graisse. L'artère est un tube à calibre à peu près égal à celui de la veine ; ses parois sont plus épaisses, plus blanches, moins aplaties et plus élastiques que celles de la veine. Lorsque la veine est complètement vide de sang, il est difficile de la trouver quand on ne connaît pas d'avance exactement sa place, parce que ses parois affaissées ne permettent pas d'en apercevoir le calibre, tandis que l'artère offre toujours une certaine consistance et un volume apparent, surtout lorsqu'on a dégagé la graisse qui est autour. Les bouchers confondent habituellement les nerfs avec les artères ; la distinction est cependant facile : les nerfs sont des cordons pleins, tandis que les artères sont des tubes creux.

On trouvera sur les figures ci-jointes les principales indications nécessaires pour intrasaucer les organes séparés et les petits animaux.

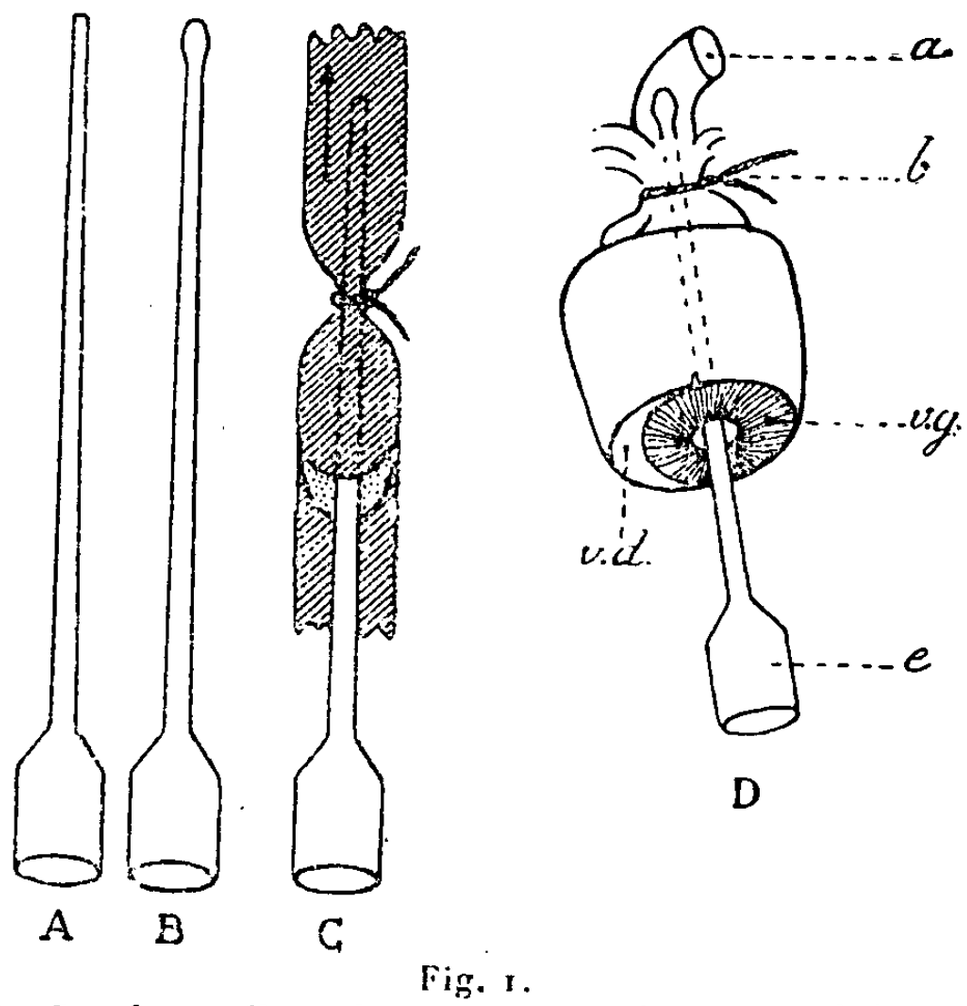


Fig. 1.

A. Canule que l'on adapte sur une seringue pour injecter dans les vaisseaux des petits animaux. Grandeur réelle.
B. Canule pour injecter dans le cœur des petits animaux. Grandeur réelle.
C. Disposition de la canule dans un vaisseau, montrant la pénétration par ouverture en biseau et la fermeture par un fil liant les parois vasculaires. La flèche indique la direction donnée au liquide injecté.
D. Schéma de l'opération sur le cœur des petits animaux.
a = artère aorte.
b = ligature sur la base du cœur.
e = canule.
v.d. = ventricule droit.
v.g. = ventricule gauche, là où se fait l'injection.

La préparation du rognon de bœuf frais, non décortiqué, sera l'exercice le plus facile pour commencer.

Au milieu de la graisse située à la face interne de ce rognon, on découvre l'artère rénale qui est une branche directe de l'aorte. Cette artère a, chez le bœuf, le calibre d'un petit crayon. On y introduit facilement la canule d'une seringue, soit en la faisant pénétrer par le bout

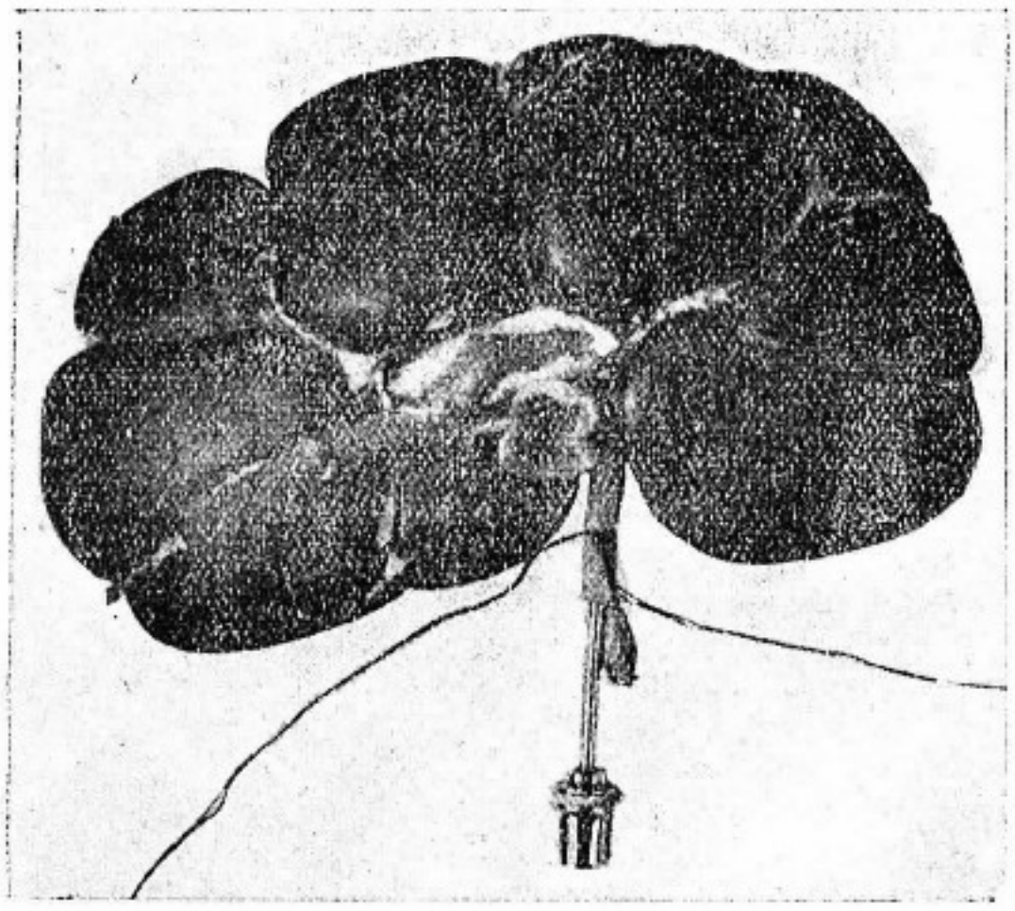


Fig. 2

Photographie d'un rognon de bœuf préparé pour l'intrasauce. L'injection se fait par l'artère rénale. La canule y a été introduite par une section en biseau de la paroi artérielle. Au-dessus et près de l'artère, on voit la veine rénale coupée court et largement ouverte par où reviendra l'intrasauce lorsque le rognon sera saturé. L'uretère, dont on voit une portion dis-équée, séparée de la graisse qui l'entoure, ne sera pas confondu avec les vaisseaux sanguins.

coupé, soit par une incision pratiquée aux ciseaux dans la paroi de l'artère, ainsi qu'il est montré sur la figure.

Après avoir consolidé cette canule dans l'artère, par un nœud de fil, on pousse l'intrasauce choisie et on constate que le rein peut en contenir jusqu'au dixième de son poids avant que le liquide injecté ne ressorte par la veine rénale.

La préparation du gigot de mouton n'est guère plus difficile. On choisira une pièce entière, c'est-à-dire un gigot non raccourci. Après avoir dégagé son artère iliaque, on y fait pénétrer la canule de la seringue ; on lie l'une sur l'autre artère et canule ; on lie également le bout de la patte pour fermer l'artère tibiale et pour empêcher la fuite de l'injection par la coupure. On injecte l'huile d'ail diluée dont on verra plus loin la préparation ou toute autre. Si des fuites se produisent, on les pince. On ferme la veine iliaque lorsque l'huile injectée y revient, en laissant toutefois s'écouler le sang veineux résiduel.

En prenant la précaution d'échauffer l'intrasauce vers + 40° et d'opérer sur une viande assez chaude, l'injection se fait très facilement, sans même qu'il soit nécessaire d'atteindre la pression d'un kilo.

Lorsqu'on se sera entraîné à ces opérations simples, on pourra aborder l'intrasauce des animaux entiers, en commençant par celle du lapin.

Cet animal ayant été saigné, à fond, au cou, près de la tête, le dépouiller de sa peau sans détacher l'extrémité des pattes et sans le vider. Lier fortement le cou, à deux ou trois centimètres de la plaie de saignée, afin de fermer les

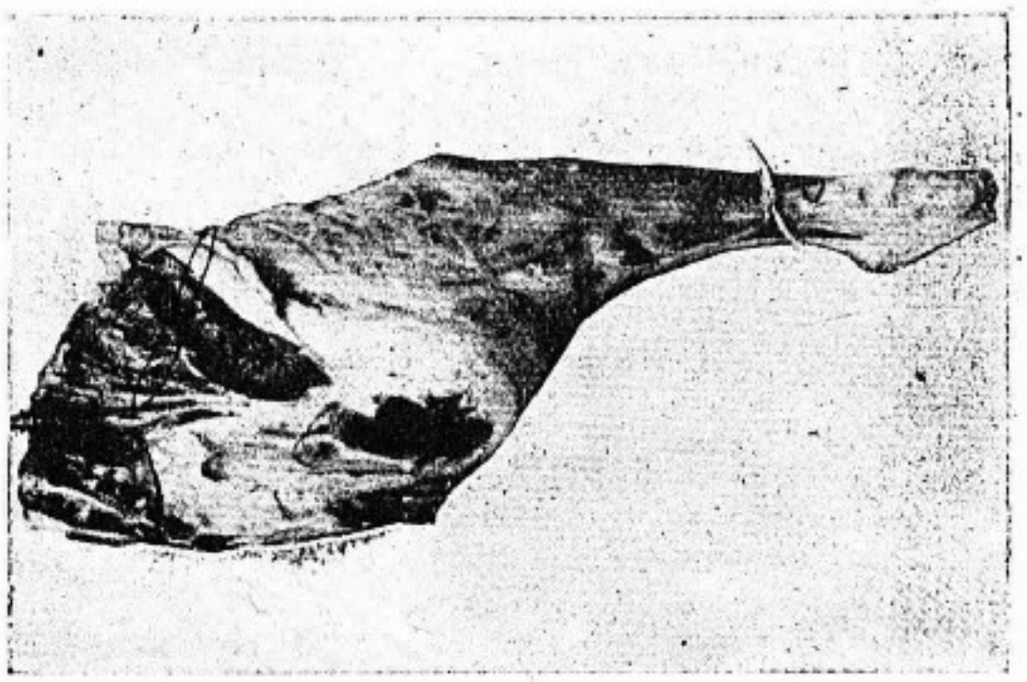


Fig. 3.

Photographie d'un gigot d'agneau préparé pour l'engraissement artificiel. On voit la canule de l'appareil à injection engagée dans l'artère iliaque et fixée dans celle-ci par un nœud de fil noir. La veine, située au-dessus de l'artère, est liée par un autre fil. Le manche du gigot est lié par un solide nœud de corde, fermant la voie artérielle terminale et obligeant la graisse à revenir par les veines après avoir saturé la viande.

carotides. Ouvrir la paroi thoracique par une incision contournant le sternum autour de sa pointe et sur ses côtés, incision courbe, en forme d'U, à concavité tournée vers la tête, intéressant plusieurs côtes et ne lésant aucun gros vaisseau. Soulever alors cette partie du thorax libérée par l'incision et la maintenir relevée au moyen d'une pince. On aperçoit alors le cœur que l'on sectionne transversalement en tranchant d'un coup de ciseaux les deux ventricules.

Par le ventricule gauche ainsi ouvert, faire pénétrer la canule de la seringue dans l'aorte. S'assurer que cette canule est bien en place et n'a pas été dirigée par erreur du côté de l'oreillette. Puis, placer une ligature de fil fermant en bloc tous les vaisseaux de la base du cœur et serrant la canule. Pousser alors l'intrasauce dans la circulation générale.

Pendant cette injection, on voit quelques légers suintements sans importance qui se produisent par des artérioles périphériques ouvertes, surtout au niveau des incisions thoraciques. On peut y placer des pinces pour fermer ces petits vaisseaux. On vide l'animal une heure après l'injection.

Les oiseaux seront traités suivant le même principe, en soulevant tout le bréchet, largement, pour apercevoir le cœur. L'incision nécessaire pour intrasaucer les oiseaux étant beaucoup plus importante que celle faite au lapin, intéressent quelques vaisseaux assez gros qui se trouvent sur le côté du thorax et que l'on devra fermer au moyen de deux pinces longues avant de faire l'injection. Opérer de préférence sur l'oie avant d'essayer le poulet, parce que le

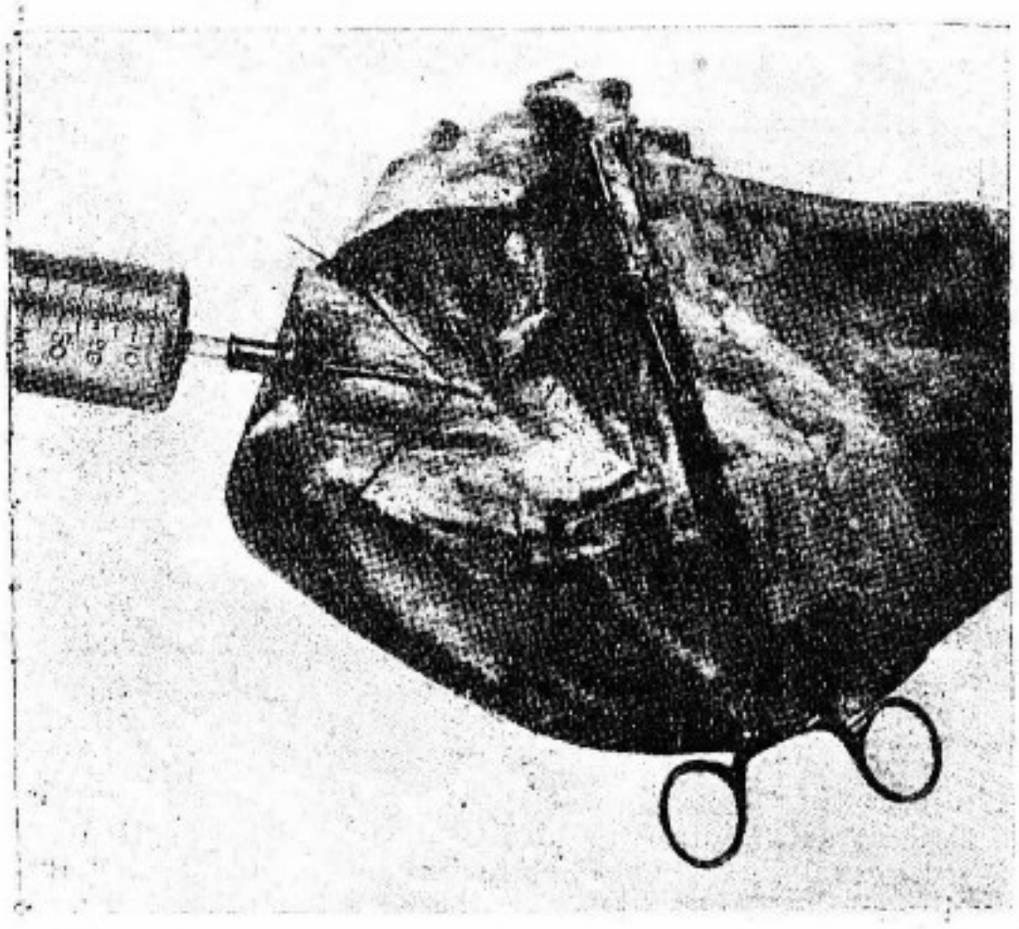


Fig. 4.

Photographie de la partie haute, face interne, d'un gigot d'agneau. La seringue en verre graduée et sa canule sont en place pour l'injection. Une pince hémostatique à longs mors est disposée en vue de comprimer un lambeau de chair où se trouve des branches de l'artère, pour fermer les fuites de l'intrasauce.

cœur de l'oie est plus gros que celui du poulet et ses vaisseaux plus résistants.

Quand il s'agit de gros animaux que l'on a saignés au cou, le plus simple est de faire pénétrer l'intrasauce par une des artères carotides, en fermant l'autre, si elle est aussi coupée. Les artères carotides sont celles qui sont situées de chaque côté du cou et qui transportent le sang vers la tête.

Il est facile d'intrasaucer une bête entière dont les viscères n'ont pas été enlevés. Mais, lorsque l'éviscération a été pratiquée, lorsqu'il s'est produit des déchirures des vaisseaux sanguins au moment où l'on arrachait les boyaux, les intrasauces que l'on injecte dans l'artère aorte se répandent au dehors par ces déchirures au lieu de s'en aller dans la viande. Par conséquent, lorsqu'on traite une bête vidée, il est né-

Fig. 5.

Photographie de la partie antérieure du corps d'un lapin prépare pour l'engraissement artificiel. Le thorax a été ouvert par une incision en U découpant largement le plastron sternal qui est relevé et qui est maintenu par une pince. Le cœur a été mis à nu et sectionné transversalement. La canule de la pompe a pénétré dans l'aorte par le ventricule gauche. Tous les vaisseaux de la base du cœur sont serrés en bloc par un nœud de fil sur cette canule de sorte que la voie aortique est seule ouverte. Le cou est serré pour fermer les carotides. Près de la tête on voit les deux orifices de la saignée. On introduit 100 grammes d'huile, de beurre ou de graisse fondus, dans un lapin de 2 kilos.

cessaire de fermer les vaisseaux qui ont été ouverts et, pour cela, d'y placer des pinces ou de lier avec des fils.

On peut localiser les intrasauces à une région du corps. Ainsi, on injecte le train antérieur par le cœur ou l'aorte thoracique, en prenant la précaution de fermer ce vaisseau au niveau du diaphragme.

La technique s'applique parfaitement aux viandes rassises tuées depuis plusieurs jours et même aux viandes salées.

Si l'on opère sur de la viande congelée, il faudra réchauffer avant d'injecter.

Les injections de morceaux séparés et de petits animaux se font commodément au moyen de seringues en verre de 100 grammes, avec ca-

nules mousses que l'on trouve chez les marchands d'instruments de chirurgie. On achètera également, pour ces opérations, des pinces dites hémostatiques, à mors assez longs, comme on en trouve dans tous les magasins de nouveautés, au rayon dit de l'hygiène. Pour injecter les gros animaux, on se sert de pompes et de machines spéciales.

***

On peut utiliser pour ces travaux toutes les graisses alimentaires, à condition qu'elles soient liquides ou liquéfiées au moment de l'injection.

L'engraissement artificiel des animaux peut s'opérer tout simplement par injection de suif fondu dans la cavité circulatoire. Une bête abattue, saignée et encore chaude, peut recevoir 5 pour 100 de son poids de graisse supplémentaire. Après refroidissement et solidification, on observe un changement manifeste de la couleur des muscles qui deviennent plus pâles. Ainsi, on peut faire passer, par exemple, l'excès de graisse d'un animal trop gras chez un animal trop maigre. Dans ce but, après avoir sacrifié les deux bêtes, on prélève l'excès de suif de la première et, après fusion, on l'introduit, par voie sanguine, dans les muscles de la deuxième.

Pourtant, cette méthode d'engraissement artificiel après la mort, effectuée au moyen du suif, et sans autre précaution, ne paraît pas recommandable pour les travaux culinaires habituels ; il est préférable de se servir de graisses plus facilement digestibles.

On sait que la digestibilité des graisses est d'autant plus facile que leur point de fusion est plus bas et qu'elles sont mieux émulsionnées. C'est pourquoi il est indiqué de se servir de l'huile d'arachide mélangée par vive agitation avec de l'eau salée saturée. Lorsque l'intrasauce a pénétré dans les capillaires et y a séjourné quelque temps, l'émulsion devient encore plus fine et l'intrasauce est tout à fait laiteuse, condition éminemment favorable à la bonne digestion.

On peut aussi se servir de margarine, même de beurre ou de graisse d'oie, si l'on prépare des pièces qui en valent la peine. On peut émulsionner ces graisses dans un peu de cognac ou autre liquide approprié à la qualité des viandes à traiter.

L'émulsion est moins nécessaire lorsqu'on injecte des graisses telles que le saindoux fumé dans des viandes destinées à la salaison (jambon, bœuf salé, etc.) parce que, dans ce cas, la dispersion devient suffisante durant la maturation du mélange.

*
* *

L'expérience nous a montré que les graisses sont d'excellents solvants des fumets culinaires usuels. Il est donc facile d'aromatiser les viandes en même temps qu'on les engraisse par le procédé que nous venons de décrire.

L'aromatisation artificielle des viandes vise à deux buts :

1°) Substituer des parfums agréables aux odeurs médiocres de certaines viandes, telles que celle de clapier du lapin, celle de suint de laine du mouton et celle ammoniacale du rognon. 2°) Ajouter aux viandes normales de bonnes sauces intérieures.

Nous avons fait plusieurs centaines d'expériences jusqu'ici, sur diverses viandes, au moyen de nombreuses substances aromatiques. Voici une énumération de celles que nous avons retenues :

Huiles aromatisées d'oignon, d'ail, d'échalotte, d'estragon, de tomate.

Graisses truffées. Graisses fumées. Roux des cuisines finement tamisés.

Extraits de champignons, de poivre, de menthe, de noix muscade, de carry, de paprika.

Cognac naturel ou aromatisé.

Sauce anglaise, moutarde, oignon torréfié.

Sho-yu. Nuoc-mam.

Il est évident que l'on peut concevoir une infinie variété de combinaisons et de doses de ces aromates. Il appartiendra aux cuisiniers de l'avenir d'en préciser les compositions et les indications.

On prépare des huiles aromatisées d'ail, d'oignon, d'échalotte, etc., de la façon suivante :

Hacher ou broyer les bulbes et gousses de ces légumes, puis les additionner de 25 pour 100 de leur poids de sel et de 4 fois leur poids d'huile d'arachide. Agiter le mélange de temps en temps. Après quelques jours de contact, l'huile s'est chargée des arômes : on la passe sur étamine ou sur filtre-presse et on récolte une huile à gros dépôt salé qui se conserve indéfiniment. On prépare séparément chacune de ces huiles et, au moment de s'en servir, on les mélange ensemble et avec de l'eau salée ou du cognac.

En faisant « revenir » un kilo d'oignons coupés en petits morceaux dans un kilo d'huile, on obtient un excellent arôme.

Il ne faut pas donner aux viandes des saveurs trop prédominantes, par exemple d'ail, d'estragon, etc. Les fumets excessifs ne plaisent à personne. Il faut que l'arome ajouté soit « fondu » avec celui de la viande et à peine sensible après cuisson. Celle-ci a pour effet de combiner les aromates avec les substances constitutives des tissus et de donner un goût nouveau qui n'est ni celui de la viande primitive, ni celui du condiment, mais quelque chose de particulier que l'on trouve excellent, lorsque le choix de l'intrasauce est bien fait.

Le poulet, la pintade et la dinde seront intrasaucés par le mélange suivant, dans la propor-

tion de 5 pour 100 du poids de la viande : vieux cognac aromatisé de truffe ou d'estragon : 20 grammes ; huile de truffe ou d'oignon brûlé : 80 grammes.

On prépare le cognac aromatisé en faisant macérer 300 grammes d'estragon ou de truffes découpées dans un litre de cognac, pendant un mois. Après ce temps, on sépare le cognac. S'il s'agit de l'arome de truffe, on le conserve dans une bouteille incomplètement remplie ; après quelques semaines, cette liqueur dégage un parfum délicieux, quoique différent de celui de la truffe.

Le mouton sera traité par un mélange renfermant : huile aromatisée d'ail : 20 grammes ; huile aromatisée d'oignon brûlé : 40 grammes ; eau salée à 20 o/o : 40 grammes dont on injecte 3 à 4 o/o du poids de la viande. Celle-ci devra être cuite en rôti peu d'heures après l'opération.

Le rognon de bœuf ou de veau sera intrasaucé par un mélange à parties égales d'huile d'échalotte, d'oignon brûlé, de tomate préparée à chaud et d'eau salée dont on injectera jusqu'à 10 o/o du poids de la viande. Après 24 heures, cuire le rognon entier, à la cocotte, en le laissant saignant au centre pour qu'il reste tendre. Découper au moment de servir. Accompagner de pommes de terre, champignons ou tomates. Ajouter, si l'on veut, un extrait de poivre pour relever et pour éloigner, dans une certaine mesure, le goût ammoniacal éventuel.

Le lapin sera engraissé par un mélange huileux renfermant 15 o/o d'ail, 10 o/o d'oignon, 45 o/o d'oignon brûlé, 30 o/o d'eau salée saturée et une trace de thym ou de serpolet.

*
* *

La question de l'engraissement artificiel des viandes est intéressante au point de vue de l'économie alimentaire. En effet, le traitement des viandes par voie sanguine, en permettant d'ajouter un peu de graisse dans les viandes qui n'en contiennent pas assez et de substituer à un goût naturel médiocre un fumet culinaire convenable est un moyen commode pour relever la qualité de nos aliments carnés, par conséquent, pour utiliser ces denrées mieux qu'on ne l'a fait jusqu'ici. L'engraissement du lapin en est un exemple.

Il est d'usage courant, dans notre pays, de nourrir les lapins de feuilles de choux qui constituent, comme on sait, un déchet sans valeur et abondant de l'alimentation humaine. Mais, cette nourriture a pour effet de communiquer à la chair du lapin une odeur et une saveur médiocres. Nous avons donc cherché, dès l'origine de nos travaux, à faire disparaître ce mauvais goût et nous avons eu la satisfaction d'y réussir par le moyen décrit ci-dessus, d'obtenir un produit d'excellente qualité, d'arome discret et dont la chair, engraissée à point, est aussi délicate que celle d'un bon poulet.

Voilà donc des animaux nourris de déchets et qui peuvent être l'objet d'une notable amélioration tout en restant de production économique.

*
* *

L'engraissement naturel des animaux est une opération généralement dispendieuse pour l'éleveur, parce que la plus grande partie des rations alimentaires est dissipée à l'état de chaleur rayonnée, de déchets et de travaux physiologiques. Le kilo d'augmentation de poids d'un animal adulte qui passe de l'état maigre à l'état fin gras coûte très cher. De plus, il résulte de cette pratique qu'une portion considérable des réserves graisseuses amassées chez les animaux est déposée dans les pannes, maniements et dégras, c'est-à-dire en dehors des masses musculaires, de sorte qu'un poids de suif pouvant s'élever jusqu'à vingt kilos pour un bœuf est inutilisé pour la clientèle du boucher et doit être vendu au fondoir pour un prix deux fois moindre que le prix d'achat des quartiers bruts.

Cependant, durant l'élevage traditionnel, un phénomène se produit qui est de grande importance : la viande s'améliore ; une graisse différente de celle qui se trouve dans les autres parties du corps s'y dépose, caractérisée par sa richesse en oléine et donnant aux fibres musculaires une onctuosité précieuse.

Nous enregistrons ainsi, dans l'engraissement habituel, non seulement un gain de poids, mais aussi et surtout un gain de qualité et cela est vrai aussi bien pour les animaux de la basse-cour que pour ceux de l'étable.

Par conséquent, puisque c'est principalement la recherche de la qualité qui motive le supplément de dépense que s'impose l'éleveur pour engraisser ses animaux, il serait très important, au point de vue économique, de réaliser cette qualité par un moyen moins onéreux. Pour cela, il faut que l'éleveur vende ses animaux dès qu'ils ont atteint l'âge adulte, même s'ils sont maigres. Ces bêtes ayant été abattues, on procède à l'engraissement artificiel dont nous venons de parler. Alors, l'huile ajoutée est entièrement utilisée pour l'alimentation humaine ; il n'y a aucune perte en thermogénèse et en déchets, les viandes ainsi obtenues sont plus faciles à digérer que les chairs grasses naturelles pleines de suif, elles sont aussi meilleures car elles sont relevées par un peu de sel et autres assaisonnements convenables.

*
* *

Nous devons faire remarquer que des techniques aussi nouvelles que celles-ci ne sauraient

être mises en œuvre à l'insu du public ; au moins pour ce qui concerne la viande fraîche, on sera tenu d'annoncer la préparation subie, car la loi oblige tout vendeur d'une marchandise quelconque d'en faire connaître à l'acheteur la nature exacte. Il ne s'agit pas ici, en effet, d'un tour de main secret pour farder des aliments médiocres, mais bien d'un procédé loyal que l'on doit pratiquer ouvertement pour une bienfaisante amélioration des viandes.

* * *

Il est certain que l'on peut, d'un coup de pompe, engraisser instantanément le corps d'un animal et relever la saveur et l'arome de ses viandes.

Cette méthode pourrait, dès maintenant, entrer dans les usages de la cuisine, de la boucherie, de la charcuterie, de la triperie et de la salaison, pour y constituer un sérieux élément de progrès. Mais, de longues années seront sans doute nécessaires avant que la préparation des viandes par voie sanguine soit connue, comprise, appliquée, perfectionnée par ces corporations.

En attendant, les personnes qui voudront bien répéter les opérations décrites ci-dessus apprendront une nouvelle forme de la cuisine, facile à pratiquer chez soi lorsqu'on s'y est entraîné quelque peu. Elles trouveront à ces travaux les plus agréables résultats et une instructive distraction.

Enfin, on verra plus tard, que les intrasauces permettent non seulement d'améliorer notre alimentation carnée, mais aussi d'en diminuer le prix et qu'elles intéressent autant l'économie de l'élevage que l'art culinaire.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Décembre 1930). — *Algèbre.* Minskowski a démontré ce théorème : Si un corps est galoisien par rapport au corps des nombres rationnels k, on peut y déterminer une unité ε, telle que le groupe des unités engendrées par ε et ses conjuguées soit d'indice fini par rapport au groupe de toutes les unités. Utilisant un théorème de Dedekind sur le nombre des unités ainsi que la théorie des caractères de Frobenius, M. *J. Herbrand* donne du théorème de Minkowski une démonstration nouvelle qui s'applique au cas où k est quelconque.

Théorie des fonctions. 1. *M. J.-A. Lappo-Danilevski* représente des fonctions méromorphes de matrices par un algorithme qui est valable dans tout le domaine d'existence de ces fonctions et qui repose sur la considération de fonctions invariantes fondamentales. Les résultats qui permettent de résoudre les équations intégrales introduites par M. Birkhoff.

2. M. *Ridder* donne une série de théorèmes sur la totalisation d'une fonction (au sens de M. Denjoy).

3. MM. *V. Chepeleff* et *M. Lavrentieff* font connaître diverses propriétés des fonctions analytiques univalentes. Par exemple, soit D un domaine simplement connexe contenant le cercle $|z| < 1$; dans la représentation conforme $w = f(z)$ $(f(0)=0)$ de D sur le cercle $|w| < 1$ il correspond au cercle $|z| < R \leqslant 1$ un domaine étoilé.

4. Toute fonction entière d'ordre fini $\rho > \frac{1}{2}$ possède au moins deux suites de cercles de remplissage (tels que dans chacune l'exposant de convergence des zéros de $f(z) - a$ est égal à ρ, sauf pour une valeur finie de a au plus). M. *Henri Milloux* montre qu'une propriété analogue est valable pour les fonctions entières d'ordre infini.

Analyse. 1. M. *G. Pfeiffer* étudie diverses formes de systèmes complets d'équations aux dérivées partielles, au point de vue de l'extension de la méthode d'intégration de Jacobi-Mayer.

2. M. *Georges Giraud* envisage l'équation $Fu = f$ (X) du type elliptique et se plaçant dans des circonstances très générales, il montre comment on peut résoudre les problèmes aux limites concernant cette équation (et même, concernant des relations plus générales que les équations aux dérivées partielles).

3. M. *Kourensky* généralise la notion de parenthèse de Poisson-Jacobi ; il en déduit une méthode d'intégration des équations aux dérivées partielles du premier et du second ordre, à variables non indépendantes.

4. Précédemment M. *E. Goursat* a indiqué trois cas où on peut intégrer explicitement une équation de Monge à deux variables indépendantes. L'éminent géomètre montre actuellement comment on peut reconnaître *a priori* si une équation de Monge peut être ramenée à une forme intégrable par un changement de variables.

5. M. *C. de la Vallée-Poussin* montre qu'on peut représenter une aire $n+1$ fois connexe A sur une aire attachée à un polynome $(u-a_1)^{m_1} \ldots (u-a_n)^{m_n}$; quelle que soit l'aire A, on pourra toujours choisir les exposants m de manière que la dérivée de la fonction qui opère la représentation conforme ne l'annule pas sur les frontières.

Géométrie. 1. A chaque point M, d'une surface S M, *P. Vincensini* associe un rayon d'une congruence perpendiculaire au plan tangent à S en M ; si I est l'intersection du rayon et du plan tangent le produit IF.IF' (F,F' foyers du rayon) reste constant quand la surface se déforme ; le seul cas où IF et IF' restent constants dans une déformation arbitraire de S est celui où S est l'enveloppée moyenne de la congruence.

2. A quelle condition une courbe ou une surface algébrique contient-elle un point de plus qu'il n'est nécessaire por la définir ? Ce problème, formulé par Chasles (et résolu par Pascal dans le cas des coniques), M. *Léon Pomey* le résout pour une cubique plane, une quartique plane et une quadrique.

Géométrie infinitésimale. 1. M. *Bertrand Gambier* envisage au point de vue de la géométrie anallagmatique un système de trois cercles quelconques de l'espace ; il

montre comment on peut déterminer leurs invariants en géométrie anallagmatique; puis il étudie quelques cas particuliers.

2. Dans une seconde Note, l'Auteur revient sur le problème des surfaces de Voss-Guichard et il indique diverses propriétés nouvelles de ces surfaces.

Mécanique.. M. *E. Gugino* montre que dans un problème de dynamique il est facile de déterminer à tout instant la distribution des réactions en fonction de la configuration du système et de l'état de ses vitesses; il suffit de résoudre un système linéaire qui, d'ailleurs, admet toujours une solution effective.

Mécanique ondulatoire. A l'équation de Jacobi

$$F\left(x_i, \frac{\partial S}{\partial x_i} = h\right)$$

M. A. *Buhl* associe l'équation $F\left(\frac{x_i}{S}, \frac{\partial S}{\partial x_i}\right) = h$ qui jouit de propriétés invariantes qu'on peut interpréter en mécanique ondulatoire.

Astronomie. 1. M. *Henri Mineur* observe que, lorsqu'on développe la vitesse radiale moyenne des astres en série de fonctions sphériques, on trouve dans le développement une constante qui ne peut s'expliquer ni par le mouvement du soleil, ni par la rotation d'ensemble des étoiles. Pour les astres très éloignés (amas globulaires, nébuleuses spirales), ce terme est proportionnel à la distance et s'explique par l'hypothèse de l'Univers fermé de de Sitter.

2. Comme le remarque M. *J. Ph. Lagrula*, la plupart des causes d'altération de la similitude entre les perspectives du ciel relevées dans des conditions différentes sont dues à un déplacement de l'astre vers un pôle suivant une loi où n'intervient qu'une seule coordonnée sphérique. Il en résulte que l'étude de ces changements d'aspect peut être entreprise comme application de l'homologie par perspective centrale.

Physique mathématique. Parmi les systèmes d'équations de M. Dirac figurent des équations aux dérivées partielles, du type elliptique, qui se rencontrent fréquemment en Physique, et pour lesquelles M. *Gr. C. Moisil* établit une formule analogue à celle de Green.

Electronique. L'application de la méthode statistique à l'atome est basée sur l'analogie que présente l'ensemble des électrons atomiques à un gaz d'électrons dégénéré et cette assimilation trouve une justification dans la méthode de densité de Dirac. Généralisant les vues de l'Auteur, M. *Louis Goldstein* montre que dans tout ensemble d'électrons l'énergie totale se compose de l'énergie classique, cinétique et potentielle, et de l'énergie d'échange.

René Garnier.

Physique

Application des phénomènes d'adsorption à la stérilisation des vins. — M. Malvezin (*Bulletin de la Société Chimique de France*, octobre 1930), donne d'intéressantes indications sur le parti qu'on peut tirer des phénomènes d'adsorption pour la stérilisation des vins.

On sait que les phénomènes d'adsorption consistent dans la fixation de substances dissoutes par des surfaces solides dans des conditions où il n'y a ni combinaison chimique, ni simple dissolution. Ces phénomènes sont liés à la surface de contact entre le liquide et le corps solide et proportionnels à celle-ci, d'où l'intérêt des corps poreux ou pulvérulent pour réaliser les phénomènes d'adsorption.

On a signalé depuis déjà longtemps que les phénomènes d'adsorption peuvent porter sur des microbes et des levures, et l'on conçoit l'intérêt qu'ils peuvent présenter du point de vue de la stérilisation des liquides. En 1922, à l'occasion de recherches sur la centrifugation des vins, l'auteur a constaté que les vins centrifugés seuls laissaient un sédiment contenant des ferments de l'acescence et de la tourne en proportion importante, mais que ce même vin centrifugé après addition de 5 gr. par litre de Kieselguhr (terre d'infusoires) donnait un sédiment fourmillant littéralement de ces mêmes germes. La partie claire, examinée au microscope, après centrifugation, ne présentait plus aucun germe.

D'autres recherches sur l'adsorption des substances génantes contenues dans certains vins blancs, ont conduit l'auteur à l'emploi comme adsorbants de charbons activés et de silicate d'alumine ; il a remarqué que certains kaolins jouissent d'un pouvoir adsorbant considérable vis-à-vis de certains microbes et principalement du ferment alcoolique et de celui de la tourne.

Des vins rouges et des vins blancs, qui étaient le siège de l'une ou l'autre de ces fermentations, agités avec 2 à 5 gr. par litre de kaolin calciné, demeurés 48 h. en contact avec cet adsorbant et finalement filtrés au papier, ont été totalement stérilisés et, même après passage au centrifugeur de laboratoire, ne présentaient plus trace de germes microbiens. Il existe donc là un procédé nouveau de stérilisation ne nécessitant aucun appareil ni aucune installation et susceptible de rendre des services au commerce des vins blancs dont il permettra d'empêcher les fermentations secondaires. Quant aux vins rouges, il les garantira complètement contre leurs habituels ennemis : la pousse, la tourne, la *piqûre*, etc.

« En un mot, conclut M. Malvezin, c'est là un procédé de stérilisation au moins aussi efficace que celui obtenu par la chaleur en ce qui concerne les maladies genre pousse, tourne, etc. ; beaucoup plus efficace en ce qui concerne la fermentation alcoolique, et avec l'avantage de ne modifier en rien les qualités biologiques (vitamines, etc.), ni chimiques du vin ».

A. Bc.

Chimie Physique

Structure cristalline de l'hydrogène sulfuré et de l'hydrogène sélénié. — L'hydrogène sulfuré et l'hydrogène sélénié, suffisamment refroidis pour être obtenus à l'état solide, ont été examinés par Natta (1), au moyen de la spectrographie par rayons X.

L'échantillon en expérience était maintenu à la température de —170°, par immersion dans un bain d'air liquide ou d'ammoniaque liquide.

Les deux substances ont été reconnues cristallines. Elles possèdent, l'une et l'autre, une maille cubique comprenant quatre molécules. L'arrête du cube a la longueur $5,778.\ 10^{-8}$ cm. pour l'hydrogène sulfuré, et la longueur $6,029.\ 10^{-8}$ cm. pour l'hydrogène sélénié.

D'après l'auteur, la proximité de ces nombres ferait présumer, pour l'hydrogène sulfuré et pour l'hydrogène sélénié, une analogie très étroite, et en particulier ne laisserait subsister aucun doute sur leur isomorphisme.

S. V.

(1) Natta, Atti R. Accad. Lincei, 11. 679, 749, 1930.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

A propos de la chauffe au charbon pulvérisé. — La réalisation, sur les navires, de la chauffe au charbon pulvérisé, dont j'ai entretenu déjà à différentes reprises les lecteurs de la *Revue*, est appelée à entrer, à plus ou moins brève échéance, dans une phase nouvelle. L'expérimentation pratique n'a pas attendu, on le sait, l'issue des travaux de laboratoire pour prendre ses initiatives; la technique du charbon pulvérisé a pu d'ailleurs mettre immédiatement à profit les enseignements de la chauffe au mazout, parvenue déjà à un degré de perfection remarquable.

Il reste, toutefois, que les résultats de l'expérience proprement industrielle, plus précis et plus démonstratifs à un certain point de vue, demeurent nécessairement plus fragmentaires et que leur portée se restreint à des champs d'application assez strictement délimités. L'avancement décisif de la solution gagnerait à présent un temps précieux à être poursuivi d'un point de vue très général, en mettant en œuvre toutes les ressources de la théorie, concentrées sur les conceptions de principe que l'étude des dispositifs particuliers entraîne trop fréquemment à rejeter au second plan.

Des progrès très sensibles ont été réalisés en ce qui concerne les divers appareils qui constituent les pièces essentielles d'une installation au charbon pulvérisé, tels que broyeurs, pulvériseurs, ventilateurs et systèmes de distribution. C'est à présent la conception d'ensemble qui demanderait à être étudiée avec la plus grande largeur de vues et sur les bases théoriques les plus précises. C'est encore et surtout l'organe fondamental de toute installation de chauffe : la chaudière elle-même.

Il convient de ne pas perdre de vue, en effet, que la presque totalité des réalisations entreprises jusqu'à ce jour, ne sont que des transformations d'installations déjà existantes, pour lesquelles on s'est seulement proposé d'approprier à l'emploi du combustible pulvérisé des chaudières cylindriques de type normal, établies pour la chauffe à la main. Il n'est pas bien surprenant, dans ces conditions, que des incidents fréquents et, somme toute, de nombreux mécomptes aient pu être enregistrés. Certains résultats d'exploitation ont été incertains, parfois franchement négatifs. Il s'est trouvé que l'économie réalisée sur le prix de revient d'un combustible de qualité moindre, ait pu être absorbée, et au-delà, par l'accroissement de frais résultant de l'infériorité du rendement d'ensemble de l'installation.

Il existe aujourd'hui quelques navires neufs, mis récemment en service ou encore en achèvement, dont l'appareil évaporatoire a été directement et spécialement conçu pour la chauffe au charbon pulvérisé. L'expérience en sera donc singulièrement plus probante, bien qu'il s'agisse en l'espèce de cargos charbonniers, à l'égard desquels le problème se présente dans des conditions particulièrement favorables et pour lesquels s'atténue l'une des grosses difficultés à résoudre, celle du soutage et de la manutention du combustible.

Pour m'en tenir aux considérations les plus essentielles, il importe avant tout que les constructeurs se préoccupent d'obtenir de leurs chaudières cette augmentation de rendement, que tous les essais convenablement menés ont fait ressortir avec certitude, au bénéfice du charbon pulvérisé. On doit escompter, sans exagération, l'obtention d'un rendement de vaporisation de 75 à 83 o/o, au lieu de celui de 65 à 68 o/o que donne la chauffe à la main. C'est dire que ce rendement peut atteindre l'ordre de celui que procure la chauffe au mazout.

Or, la réalisation d'un haut rendement a pour condition fondamentale la propreté constante des surfaces d'échange. C'est ce qui explique que tant d'insuccès aient été constatés, surtout avec des charbons très cendreux, qui provoquaient l'engorgement très rapide des boîtes à feu et des tubes de fumée. L'évacuation rapide des cendres est donc l'une des conditions essentielles de fonctionnement auxquelles devra satisfaire la nouvelle chaudière à charbon pulvérisé.

Les constructeurs ne devront pas non plus perdre de vue la généralité des applications à envisager et ne pas s'en tenir trop exclusivement aux appareils qui peuvent convenir à des charbonniers ou à des cargos à allure lente. Les chaudières nouvelles à circulation accélérée semblent se prêter tout particulièrement à la nécessité de l'évacuation rapide des cendres. En tout cas, rien ne s'oppose à l'adaptation marine des appareils à charbon pulvérisé usités à terre et comportant des faisceaux de tubes-grilles traversés par les gaz, ces faisceaux imposant aux gaz une diminution de vitesse corrélative au changement brusque de volume. La chaudière cylindrique classique elle-même se prête d'ailleurs encore à une mise au point plus précise, en vue de son nouvel emploi.

En ce qui concerne non seulement la chaudière proprement dite, mais la conception d'ensemble de tout l'appareil évaporatoire, il importe essentiellement que l'installation soit par elle-même économique et qu'elle permette l'utilisation rationnelle de l'énorme quantité supplémentaire de vapeur d'échappement, que requiert le fonctionnement des pulvériseurs. La puissance absorbée de ce dernier chef est, il ne faut pas l'oublier, de 15 à 25 CV par tonne pulvérisée. Pour certaines installations, la consommation de vapeur pour la pulvérisation atteint près de 20 o/o de la vaporisation totale.

On comprend la nécessité impérieuse de réduire, dans toute la mesure du possible, la dépense de vapeur, en utilisant rationnellement toute la vapeur d'échappement. C'est ainsi, par exemple, qu'une récupération satisfaisante peut être obtenue, grâce à des turbines alimentées par l'échappement BP.

Ce n'est que dans des conditions d'économie d'ensemble suffisamment étudiées que l'emploi de combustibles de qualité inférieure peut devenir avantageuse. Cela, d'autant plus que la différence du prix payé sur le carreau de la mine peut se trouver diminuée par les frais d'un transport trop long ou trop cher, ces frais ne variant pas avec la qualité du combustible. D'autre part, le mauvais charbon occupe relativement plus de place à bord que le bon. Un mètre cube de soute renferme 9 millions de calories, s'il est occupé par du mazout. Ce chiffre descend à 6 millions avec du bon charbon et à 4 avec du cendreux médiocre. On ajoutera à ces considérations que le charbon en poussière absorbe une quantité d'eau considérable, dont l'effet est fort nuisible au fonctionnement des appareils.

Au surplus, l'utilisation des charbons médiocres ne constitue nullement le tout de la question. Des essais récents montrent que des résultats fort intéressants peuvent être obtenus avec de la briquette pulvérisée, malgré un prix de revient beaucoup plus élevé. La briquette, dont la teneur en cendres et en eau est faible, possède un pouvoir calorifique constant et plus considérable : elle se brise d'ailleurs très aisément, avec usure minimum des appareils.

LOUIS BASSO.

Construction

Les toitures légères en ruberoïd et le danger d'incendie. — De très curieuses recherches ont été poursuivies par divers laboratoires sur un matériau d'usage courant, le ruberoïd, qu'on utilise pour les toitures, notamment lorsqu'on ne veut pas charger beaucoup les charpentes.

A priori, cette couverture économique semble offrir un risque d'incendie. Pourtant, on avait remarqué, à diverses reprises, des couvertures en ruberoïd intactes au milieu des ruines causées par le feu. Il s'agissait d'élucider ce phénomène.

Une première série d'expériences effectuées dans un champ (fig. 1), consista, d'abord, à allumer des fagots sur une grande table inclinée recouverte de rubéroïd : la matière brûlait juste au droit du fagot mais la combustion ne se propageait pas. Ensuite, deux cabanes ayant été préparées, l'une couverte de tuiles, l'autre de rubéroïd, toutes deux identiques à l'exception de la couverture, des fagots de même importance exactement étaient allumés à l'intérieur. La figure montre le résultat : effondrement de la charpente sous le poids des tuiles, inaltération du rubéroïd.

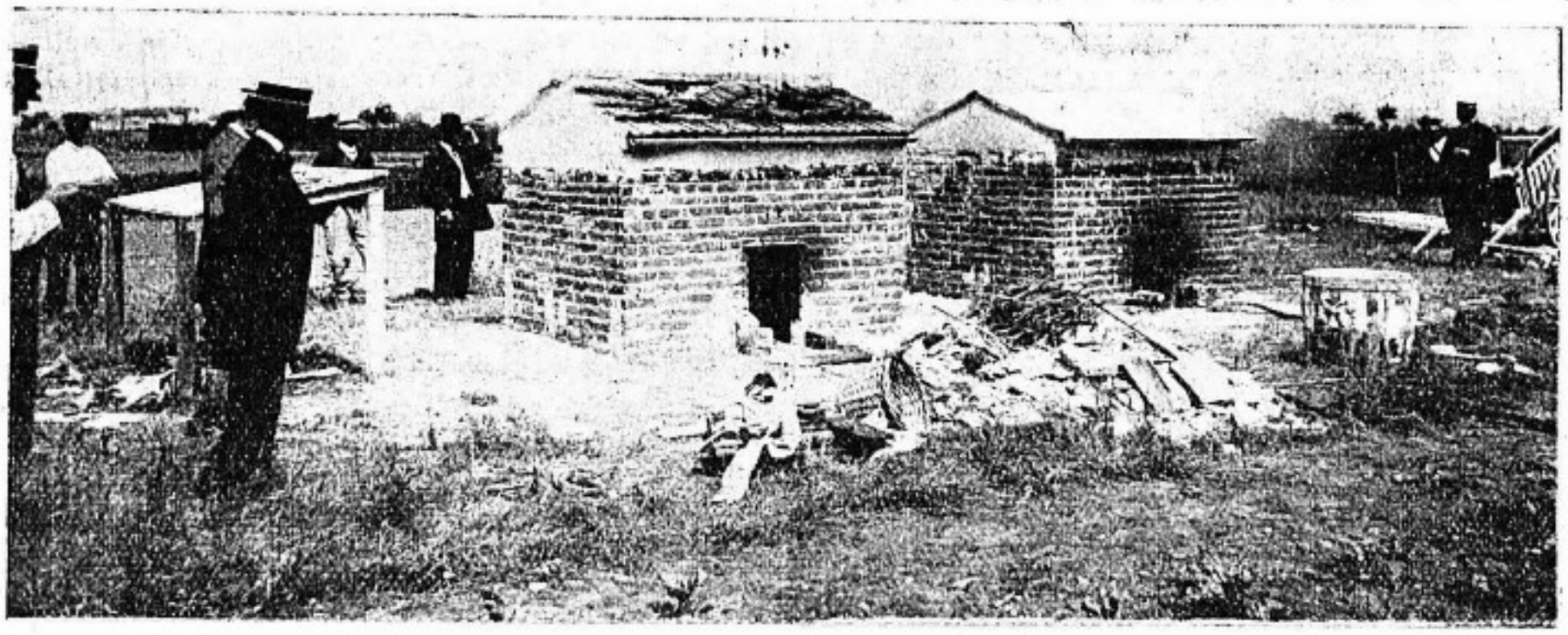


Fig. 1. — Es-ais de toitures en ruberoïd.

L'Office national des Recherches et inventions a effectué d'autres essais à l'aide d'une masse de fer de 2 kgr. portée au rouge, puis d'une lampe à souder. Le rubéroïd s'enflamme aux points d'application de la masse rougie et du dard de la lampe à souder, mais la combustion s'arrête très vite après l'éloignement de ces sources de chaleur. Un arc électrique de 80 ampères agit de même.

Ajoutons que le rubéroïd résiste aux acides forts et présente une résistivité électrique vraiment remarquable.

Ed. M.

Agriculture coloniale

Le problème de la production des richesses en Indochine. L'Office du Riz. — Du discours si documenté prononcé par le Gouverneur général Pasquier au Grand Conseil des intérêts économiques et financiers de l'Indochine, il faut retenir quelques-uns des passages les plus importants en ce qui concerne l'économie agricole de notre belle colonie.

En Indochine, le problème de la production et de la circulation des richesses contient des données d'ordres divers qui permettent de lui apporter des solutions raisonnables n'ayant nulle autre limite que celle de nos moyens financiers. L'Indochine par ses deltas, par ses zones de terre rouge, est un pays agricole; par ses richesses minières, forestières et par ses pêcheries elle est un pays industriel. Ainsi l'Union se présente comme une contrée aux ressources harmonieusement balancées. Nous nous sommes efforcés de lui assurer, par un bon régime monétaire, la facilité des transactions et l'apport des capitaux; par le développement d'un réseau de canaux, de routes et de voies ferrées, une meilleure circulation et une plus heureuse répartition de ses produits et de sa main-d'œuvre.

L'Indochine tire de son sol et des forces appliquées à son exploitation la majeure partie des richesses qui constituent ou alimentent son économie générale. A la terre de ses deltas, elle doit d'être devenue un des trois greniers du Pacifique, à ses terres basaltiques, de pouvoir produire toutes les matières premières et denrées tropicales, aux forêts qui les recouvrent des ressources considérables en bois d'œuvre. L'agriculture indigène et l'agriculture française, complémentaires l'une de l'autre, trouvent dans une main-d'œuvre abondante l'élément indispensable à leur activité.

Dans un pays ainsi doté de ressources naturelles et de moyens de travail, l'action des Pouvoirs publics ne saurait avoir d'autre objectif que d'introduire dans l'économie et la technique agricole et forestière l'ordre et la méthode scientifique qui à notre époque de concurrence féroce font seuls les pays forts.

Cet objectif a été le nôtre, en toutes circonstances et dans tous les domaines. Il résume à lui seul l'essentiel de notre politique agraire, en attendant qu'une expérience plus complète de l'évolution dans laquelle se trouve engagée l'agriculture tant indigène que française nous autorise vraiment à définir cette politique.

Sous quelque forme qu'une action se déroule, elle doit être préparée, s'appuyer sur des organismes appropriés, se traduire par des actes. Nous avons suivi cet ordre logique.

1° Par une étude rapide, mais assez approfondie cependant, des conditions de l'agriculture et de la sylviculture, tant en Indochine que dans les pays voisins;

2° Par la reconstitution des organismes de travail et des personnels spécialisés;

3° Par une action engagée ou des mesures prises aussitôt que nous avons été prêts.

Il fallait doter l'Indochine d'un organisme spécialement affecté à la riziculture, qui grouperait agriculteurs, industriels, commerçants, et qui, tout en faisant aux intérêts locaux la part qui leur revient, serait en mesure de poursuivre avec des moyens financiers suffisants les améliorations d'ensemble que nous envisageons.

C'est chose faite aujourd'hui avec l'Office Indochinois du Riz, créé par décret du 10 avril 1930, organisé par arrêté du 31 mai 1930.

Cet Office est un établissement public, ayant la personnalité civile, pourvu d'un conseil d'administration et de deux Conseils de perfectionnement, un pour le Nord, un pour le Sud, constitués des personnalités les plus représentatives de l'agriculture, du commerce et de l'industrie.

Sa création a été préparée par une première étude des conditions de la riziculture en Indochine et par des essais systématiques d'engrais au Tonkin, en Cochinchine et au Cambodge, au cours des années 1929 et 1930. Son premier équipement sera obtenu en 1931 par le groupement des établissements rizicoles généraux et locaux, et l'installation de ses services propres, notamment des laboratoires.

Il sera complété par le concours que lui apporteront le bureau d'études d'hydraulique agricole, ainsi que les laboratoires d'entomologie et de mycologie de l'Institut des Recherches agronomiques.

Ses ressources financières proviendront : d'une part, d'une surtaxe au droit de statistique, dont le produit est évalué à environ 100.000 piastres par an; de l'autre, d'une subvention annuelle du budget général. Enfin, le budget consentira une avance remboursable par annuités destinée à couvrir les dépenses d'installation des services de l'Office.

S'il serait vain de vouloir assigner à l'Office une ligne de développement dans un avenir lointain, on peut dire que son œuvre immédiate apparaît clairement : elle est essentiellement agricole et se concrétise dans ces deux objectifs : étudier l'action des engrais et en vulgariser l'emploi, déterminer par région de culture les meilleures variétés de riz et les faire adopter par élimination des autres. Elle satisfait aux trois problèmes qui lui sont posés : relever la rente de la rizière, résoudre la question alimentaire des pays surpeuplés, fournir aux industriels et aux commerçants une matière plus homogène.

On comprend aussitôt que cette œuvre débordera rapidement du cadre de l'Office. A mesure que seront acquis les résultats de ses travaux, ils devront être vulgarisés dans la culture, et ils le seront surtout par l'élite des intéressés, avec le concours des agriculteurs ouverts au progrès, des syndicats, coopératives, banques agricoles auxquels l'appui des pouvoirs et des services publics est naturellement tout acquis. Il en ira de même lorsque par le jeu normal de son activité elle abordera le domaine industriel et commercial.

Mais quelle que soit l'importance et la variété des forces individuelles et collectives qui concourront au but final, l'Office restera un guide éclairé, un organe d'action, et, je veux l'espérer, le creuset où l'allieront tous les intérêts attachés à la riziculture en Indochine.

A. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 janvier 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Brelot.* — **Sur la structure des ensembles de capacité nulle.**

GÉOMÉTRIE. — *G. P. Birkhoff.* — **Une généralisation à *n* dimensions du dernier théorème de géométrie de Poincaré.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *P. Menké* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur la réciprocité de deux complexes descriptibles par congruences linéaires.**

ASTRONOMIE. — *T. Banachiewicz* (prés. par M. Esclangon). — **Sur les perturbations diurnes de la réfraction.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *N. Mouskhelichvili* (prés. par M. Hadamard). — **Théorème d'existence relatif au problème biharmonique et aux problèmes d'élasticité à deux dimensions.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *J. Pérès.* — **Sur le mouvement limité d'Oseen.**

— *Alayrac.* — **Sur certains mouvements à trois dimensions.**

MÉCANIQUE. — *Charron.* — **Sur un perfectionnement du pendule de Foucault et sur l'entretien des oscillations.**

Le dispositif réalisé et décrit par l'auteur permet d'empêcher l'ovalisation de la trajectoire et d'entretenir les oscillations. Ce nouveau pendule installé au laboratoire de physique de la Faculté libre des Sciences d'Angers a 1 m. 70 de longueur. La sphère, en fer doux, pèse 860 gr. Une petite pile sèche de 8 volts suffit à l'entretenir; elle débite, par intermittences, dans la bobine, un courant de 3 à 4 milliampères. Les oscillations persistent pendant plusieurs jours si l'on veut. La latitude d'Angers est de 47°28', à laquelle devrait correspondre une durée de révolution complète du pendule égale à 32 heures 34 minutes. La durée observée est plus courte : T=32 heures ± 15 minutes.

MÉCANIQUE INDUSTRIELLE. — *P. Dumanois* (prés. par M. L. Guillet). — **Sur la puissance récupérable dans l'échappement des moteurs Diesel à deux temps.**

L'auteur démontre qu'il est possible avec le moteur à deux temps de réaliser le balayage et la suralimentation par la récupération d'une partie de l'énergie contenue dans les gaz d'échappement.

ACOUSTIQUE. — *R. Jouaust* et *B. Decaux* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur la comparaison à distance de la fréquence des diapasons.**

Les résultats obtenus montrent que, malgré les difficultés que les irrégularités des indications des pendules introduisent dans la mesure du temps, il est possible, en moins d'une heure, de déterminer la fréquence d'un diapason avec une précision de quelques millionièmes et que, grâce à la radiotélégraphie, il est possible de transmettre avec la même précision une fréquence étalon.

ONDES HERTZIENNES. — *J. Enera* (prés. par M. Brillouin). — **La dispersion des ondes hertziennes dans les solides.**

L'auteur a mesuré la dispersion dans le sel de Seignette dont le pouvoir inducteur spécifique ε a des valeurs très élevées variant avec la température et l'intensité du champ. Fraine, Kobeko et Kurtschatov ont recherché la dispersion et l'ont trouvée nulle. Les expériences de M. Errera montrent, au contraire, l'existence de cette dis-

persion dont la zone forte est accompagnée d'une absorption se traduisant par une diminution de résistance. L'effet mesuré serait dû aux « dipôles libres » d'eau parmi les quatre molécules formant l'eau de cristallisation du sel.

OPTIQUE. — *R. Lucas* et *M. Schwob* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'absorption des solutions aqueuses d'acide tartrique.**

Contrairement aux conclusions émises par divers auteurs, la loi de Beer n'est pas vérifiée, les rapports $\frac{100\ y}{c}$ ne sont pas constants, les écarts sont particulièrement importants pour $\lambda = 2536$ Å, l'absorption spécifique variant de plus de 200 p. 100, les solutions diluées ont un pouvoir absorbant plus grand que les solutions concentrées. Les conclusions déduites de la validité de la loi de Beer pour les solutions tartriques sont privées de tout fondement.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Muraour* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur une théorie de la combustion, en vase clos, des poudres colloïdales.**

L'auteur établit sa théorie en se basant sur une série d'hypothèses qu'il expose dans cette Note.

— *M. Auméras* (transm. par M. V. Grignard). — **Sur un procédé de stabilisation tensiométrique des hydrates cristallins.**

L'auteur a cherché à réaliser des conditions d'équilibre telles, qu'un sel puisse conserver sensiblement et durant un temps pratiquement infini son état d'hydratation. Il a opéré sur le sel cristallisé SO^4Na^2, 10 H^2O auquel ils ont pu conserver ses 10 molécules d'eau de cristallisation en le plaçant dans un exsicateur contenant une solution d'acide sulfurique de concentration convenablement choisie.

CHIMIE MINÉRALE. — *Edouard Urbain* (transm. par M. G. Urbain). — **Sur une séparation à l'état de carbonate des constituants de la sylvinite.**

On transforme les chlorures de potassium et de sodium de la sylvinite en carbonates, ce qui permet un dosage.

— *Arakel Tchakirian* (prés. par M. G. Urbain). — **Chlorogermanites d'alcaloïdes et chlorogermanite de césium.**

Le chlorure germaneux Cl^2Ge forme avec les alcaloïdes, quinine et pilocarpine, des sels doubles, type : Cl^2Ge, A. 2 ClH ou Cl^2Ge, A. ClH, où A représente la molécule d'alcaloïde. On mélange à molécules égales le chlorure germaneux et le chlorhydrate de l'alcaloïde. Le précipité correspond à la formule Cl^2Ge, $C^{20}H^{24}N^2O^2$. 2ClH, avec la quinine et à la formule Cl^2Ge, $C^{11}H^{16}N^2O^2ClH$, avec la pilocarpine.

Cl^2Ge, acidulé par HCl additionné d'une solution de chlorure de césium, donne un précipité correspondant à la formule $Cl^2Ge.ClCs$. Avec le chlorure de rubidium on obtient un sel analogue. Avec ClLi, ClNa et ClK on n'obtient rien.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Desmaroux* et *Mathieu* (prés. par M. G. Urbain). — **Remarques sur la structure des nitrocelluloses.**

Les expériences ont porté sur des nitrocelluloses dont les taux d'azote variaient de 13,9 p. 100 à 11,35 p. 100. Les rœntgennogrammes de ces cotons nitrés ont présenté les caractères suivants :

1° Ils ont tous en commun un cercle net, de diamètre correspondant à un intervalle réticulaire bien défini compris entre 6,6 et 7,5 Å.

2° La trinitrocellulose (à 13,9 p. 100 d'Az.) présente deux cercles nets intenses. Les cotons à un taux d'azote inférieur donne ces deux cercles élargis et ayant leur intensité diminuée.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Les pegmatites de la syénite sodalitique de l'île Rouma (archipel de Los, Guinée française). Description d'un nouveau minéral (*sérandite*) qu'elles renferment.**

Ce minéral nouveau forme des cristaux allongés atteignant jusqu'à 5 cm. de longueur. Sa couleur est un rose fleur de pêcher remarquablement frais. Les cristaux sont monocliniques. Le minéral est optiquement positif. Sa composition correspond à un rapport de métasilicate acide, voisin de la pectolite, mais la caractéristique la plus importante tient à ce que la pectolite est entièrement calcique, alors que dans la sérandite la chaux est en partie remplacée par du manganèse.

EPIDÉMIOLOGIE. — *Charles Nicolle, Charles Anderson* et *F. Le Chuiton.* — **Sur l'existence, en Tunisie, de la fièvre récurrente espagnole.**

L'habitat d'*Ornithodorus erraticus* s'étendant de l'Espagne à l'Egypte, la maladie s'est propagée à l'Algérie et à la Tunisie. Il n'y a, d'après les auteurs, ni espèces ni variétés chez les spirochètes récurrents, mais des groupes, et dans chacun des groupes, des échantillons. Le spirochète tunisien nouveau ne saurait donc être présenté que comme un échantillon du groupe *spirochæta hispanicum*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Jean Effront.* — **Sur l'autohydrolyse des dextrines diastasiques.**

Les dextrines réductrices se forment au cours d'une phase préliminaire de la saccharification. Le maltose que l'on retrouve au cours de l'épuisement des dextrines a son origine dans le dédoublement de ces dextrines réductrices. Dans l'épuration par les dissolvants ou par dialyse, l'autohydrolyse joue un rôle prédominant auquel s'ajoutent des phénomènes de polymérisation. Il s'ensuit que les produits obtenus ne sont pas seulement épurés, mais surtout dénaturés, fait qui se rapproche de celui que l'auteur a constaté en étudiant la rétrogradation de l'amidon.

GÉOLOGIE. — *I. Repelin.* — **Sur la constitution géologique et l'origine de la Crau.**

La découverte de débris de coquilles marines pliocènes et de quelques *Nassa* en parfait état de conservation dans le sous-sol de la Crau est un fait nouveau qui permet à l'auteur de se faire une idée plus précise de l'extension de la mer à cette époque dans ce qui sera plus tard la Crau. Cette dernière s'est définitivement constituée par suite du rejet de la Durance dans la vallée du Rhône.

PHYSIOLOGIE. — *A. Tournade* et *J. Malmejac* (prés. par M. H. Vincent). — **Reproduction sur le chien des expériences d'empoisonnement curarique partiel réalisées classiquement sur la grenouille.**

Les mémorables expériences d'empoisonnement curarique partiel que Cl. Bernard avait faites sur les grenouilles se peuvent exécuter aussi sur le chien dont une patte est irriguée par un congénère. Dans les deux cas, elles fournissent les mêmes résultats.

— *H. Bierry* (prés. par M. A. Desgrez). — **Le sucre protéidique dans le plasma sanguin du cheval.**

Dans le plasma sanguin du cheval, le complexe glucidique combiné aux protéides (sucre protéidique) représente environ les deux tiers du sucre total. Le taux de ce sucre protéidique oscille autour de deux grammes par litre de plasma. Il y a des variations individuelles parfois marquées.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Mlle G. Achard* (prés. par M. d'Arsonval). **Sur la combinaison des mesures de densité optique et de viscosité d'une suspension pour la détermination du nombre et du volume des éléments dispersés.**

Avec des suspensions d'hématies d'une même espèce animale, qu'il s'agisse de viscosité ou d'opacité, une seule formule empirique ne paraît pas, pour le moment, rendre compte des faits dans toute l'étendue de l'échelle des concentrations. Il semble qu'il y ait passage brusque d'un type de système à un autre. Cela tient sans doute pour une part à des changements de définition des systèmes avec la concentration. Les limites d'application des formules empiriques de viscosité et d'opacité ne sont pas les mêmes pour les deux variables. Il y a lieu d'analyser de près les conditions physiques de la mesure.

PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL. — *H. Laugier* et *Mlle B. Neoussikine* (prés. par M. L. Lapicque). — **Modifications tardives de la chronaxie après le travail électriquement provoqué.**

Pendant le repos immédiatement consécutif à une tétanisation brève, des phénomènes évoluent et se développent qui se traduisent par une augmentation tardive de la chronaxie. L'idée vient immédiatement à l'esprit de rapprocher ces phénomènes de ceux de chaleur retardée étudiés par A. V. Hill. Mais le choix entre les hypothèses explicatives que suggèrent ces phénomènes ne pourra être fait qu'après des expériences sur l'animal.

P. Guérin.

Séance du 2 février 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *V. Lalau.* — **Sur les dérivées covariantes des tenseurs.**

— *V. Romanovsky* (prés. par M. E. Borel). — **Sur les zéros des matrices stocastiques.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *G. Valiron* (prés. par M. E. Borel) **Sur une propriété générale des fonctions mésomorphes.**

THÉORIE DES VECTEURS. — *J. Doubnoff* (prés. par M. E. Borel). — **Sur les caractéristiques tensorielles de certaines classes de surfaces et de leurs réseaux.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *P. Lévy* (prés. par M. E. Borel). — **Sur le gain maximum au cours d'une partie de pile ou face.**

ALGÈBRE. — *Chevalley* (prés. par M. Hadamard). — **Relation entre le nombre de classes d'un sous-corps et celui d'un sur-corps.**

GÉOMÉTRIE. — *P. Vincensini.* — **Sur une propriété caractéristique des surfaces spirales.**

HYDRODYNAMIQUE. — *B. Demtchenko.* — **Sur quelques applications bidimensionnelles de la théorie cavitationnelle de Riabouchinsky.**

ASTRONOMIE. — *B. Jekhowsky* (prés. par M. Ernest Esclangon). — **Sur une nouvelle expression de l'orientation *j* du grand cercle de recherche des astéroïdes.**

PIÉZO-ÉLECTRICITÉ. — *E. P. Towil* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Dégagement d'électricité dans les cristaux de quartz par flexion.**

L'auteur, dans un précédent travail (*C. R.* 187, 1928, p. 1042), avait mentionné des observations sur le dégagement d'électricité par torsion dans les cristaux de quartz et avait signalé d'autres modes de dégagement d'électricité dûs à la flexion. Dans cette nouvelle Note, il donne les résultats de ses recherches relatives à la flexion de l'axe optique, la flexion d'un axe binaire et la flexion d'un axe normal à l'axe ternaire et à un axe binaire. Dans les trois cas, les signes des dégagements s'inversent sitôt que l'effort diminue ou que l'on inverse la direction de la force. Le phénomène réciproque est toujours possible.

CRISTALLOGRAPHIE. — *C. Gaudefroy.* — **Nouvelles utilisations d'un appareil pour mesurer l'angle des axes optiques.**

L'auteur a indiqué précédemment le principe d'un appareil d'observation en lumière convergente à deux cercles, destiné seulement à mesurer l'angle des axes dans le cas particulier où le plan de ces axes est parallèle à la lame utilisée (*C. R.*, 186, 1928, p. 877). Dans cette nouvelle Note, l'auteur montre qu'en modifiant quelque peu son appareil il peut mesurer l'angle des axes dans le cas tout à fait général d'une lame d'orientation quelconque, surtout quand la lame baigne dans un liquide dont l'indice de réfraction égale l'indice n_m du cristal.

En outre, l'appareil admet la rotation de la lame dans son plan au sein d'une cuve, ainsi que la mesure des trois indices principaux par la réflexion totale.

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. — *R. de Mallemann* et *P. Gabiano* (prés. par M. A. Cotton). — **Pouvoir rotatoire magnétique des dérivés halogénés des carbures saturés, à l'état gazeux.**

Les auteurs ont mesuré sur un même échantillon de chacun des corps étudiés : la rotation magnétique à l'état gazeux et à l'état liquide, la densité de vapeur, la densité du liquide, l'indice de réfraction du liquide. Les mesures montrent que les pouvoirs rotatoires des ions sont beaucoup plus grands que ceux des atomes correspondants.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Er. Toporescu* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la variation de couleur des dissolutions du chlorure de cobalt.**

Les changements de couleur de ces dissolutions sont fonction des constantes diélectriques des dissolvants et par suite de leur état de polymérisation. D'autres phénomènes semblent pouvoir également être rattachés aux constantes diélectriques, en particulier la précipitation des substances colloïdales.

— *Mlle S. Veil* et *L. Bull* (prés. par M. G. Urbain). — **Etude microscopique et cinématographique des anneaux de Liesegang.**

Les auteurs décrivent, à l'aide de figures, les strates annulaires qui se produisent dans la précipitation du bichromate de potassium par le nitrate d'argent au sein de la gélatine. Ils ont pu suivre, à l'aide du microscope et du cinématographe, la génération du phénomène.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Travers* et *Schoulka* (prés. par M. Matignon). — **Sur la séparation de la glucine et de l'alumine.**

Les nombreuses méthodes proposées pour la séparation de la glucine et de l'alumine donnent généralement des

résultats incertains. Les auteurs en ont repris l'étude et montrent que la méthode proposée par Berthier, en 1832, pouvait donner satisfaction. Ils ont ainsi été conduit à proposer la méthode suivante : les gels d'alumine et de glucine, fraîchement préparés, sont dissous dans un alcali en excès, la solution est saturée de SO^2, puis portée à l'ébullition, qu'on prolonge environ 10 minutes, puis on refroidit plusieurs heures. L'alumine précipite quantitativement en entraînant un peu de sulfite basique de glucine, enrobé mécaniquement. En répétant le traitement sur le sulfite basique d'alumine, on isole la presque totalité de la glucine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Grignard* et *L. Lapayre.* — **Sur les β-énynes et les β-diynes.**

Il résulte des mesures effectuées que dans un système de deux liaisons multiples, en position β, la triple liaison a, sur le CH^2 central, une action électronégative nettement plus élevée que celle de la double liaison, quoiqu'il faille, certainement, tenir compte, dans l'exemple étudié, de la présence des noyaux benzéniques voisins qui renforcent cette action. Cette influence du noyau résulte très nettement de la comparaison des deux énynes.

— *M. Tiffeneau* et *Mlle J. Lévy* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur la condensation benzoïnique. Influence de la nature des radicaux sur la formation des benzoïnes mixtes.**

Dans la condensation benzoïnique de deux aldéhydes cycliques ArCHO et Ar'CHO, il y a suivant la nature des radicaux Ar et Ar', tantôt formation d'une benzoïne mixte unique dont la structure dépend de ces radicaux, tantôt formation de deux benzoïnes mixtes isomères. Dans la plupart des cas on peut interpréter l'influence des radicaux en invoquant la notion de capacité affinitaire.

L. Franchet.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Edmond Sergent, A. Donatien, L. Parot, F. Lestoquard.* — **Du mode de transmission de la theilériose bovine nord-africaine par la tique *Hyalomma mauritanicum*.**

Hyalomma mauritanicum s'infecte à l'état de larve-nymphe sur les bovins porteurs de *Theileria dispar* et contamine à l'état adulte les bovins neufs ou sensibles. L'infection à *Theileria dispar* n'est pas héréditaire chez la tique. Que la tique ait été nourrie de sang infecté au stade de larve-nymphe ou à l'état adulte, elle ne transmet pas le virus à sa descendance, immédiate ou lointaine.

— *C. Levaditi, P. Ravaut, P. Lépine* et *Mlle R. Schœn* (prés. par M Roux). — **Sur la présence d'un virus pathogène pour le singe dans certains bubons vénériens de l'homme.**

Les ganglions inguinaux de certains malades atteints d'adénite (bubons vénériens), renferment un virus jusqu'à présent invisible, et pathogène pour le *Macacus cynomolgus* et le *Macacus inuus*. Administré par voie intracérébrale, ce virus provoque, chez le singe, soit une méningo-encéphalite mortelle transmissible en série, soit une maladie inapparente.

CRYPTOGAMIE. — *Roger Heim* (prés. par M. L. Mangin), — **Sur les liens phylétiques entre les Agarics Ochrosporés et certains Gastéromycètes.**

Chez le *Galera Besseyi* Peck, qui doit d'ailleurs être rattaché au genre *Conocybe* Fayod, l'hyménium comprend, non pas simplement des feuillets verticaux comme on le croyait jusqu'ici, mais des logettes irégulières, plus ou moins nombreuses, limitées par les lamelles et les anastomoses qui réunissent celles-ci. L'auteur expose les caractères qui permettent de rapprocher cette espèce malgache des *Podaxon*, et de supposer un lien phylétique entre un rameau d'Agomycètes et un rameau de Gastéromycètes.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Maurice Hocquette* (prés. par M. L. Blaringhem). — **Influence des substances sécrétées par les radicelles en voie de formation sur le noyau des cellules corticales voisines.**

Au voisinage des radicelles en formation, on constate du noyau et du nucléole qui se traduisent par un accroissement de leur masse et peuvent, dans certains cas, aboutir à une division amitotique du noyau. L'augmentation, particulièrement nette dans la première et dans la deuxième assise corticale, entourant les tissus jeunes s'observe encore, mais avec une intensité moindre jusqu'à la troisième et même cinquième rangée.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *O. Munerati* (prés. par M. Molliard). — **Compétition entre *Ustilago Tritici* et *Tilletia Tritici* chez une même plante de blé.**

Lorsque les deux parasites se trouvent associés, c'est l'*Ustilago Tritici* qui se décèle le premier. Le nombre des épis atteints de carie, chez les individus logeant les deux champignons, est toujours nettement inférieur à celui que, normalement, on enregistre chez les individus atteints uniquement par *Tilletia Tritici*. Les deux parasites en compétition se localisent le plus souvent chacun sur des épis distincts. Dans la plus grande partie des plantes frappées simultanément par les deux pathogènes on trouve aussi des épis entièrement normaux.

ANATOMIE. — *Mlle M. L. Verrier* (prés. par M. L. Joubin). — **Sur les organes sensoriels de quelques Poissons des grandes profondeurs.**

Chez les différentes espèces étudiées, appartenant aux genres *Diaphus*, *Lampanyctus*, *Xenodermichtys*, *Idiacanthus*, *Malacosteus*, *Chauliodus*, *Cyclotone* et *Sternoptyx*, ce sont les yeux qui, de tous les organes sensoriels, atteignent les maximum de développement et de perfection. Leur taille, la richesse de leur rétine en cellules visuelles et ganglionnaires, en font des organes dont l'appareil dioptrique est encore défectueux, mais dont l'acuité est supérieure à celle de la plupart des Téléostéens. Le sens vibratoire peut exister mais il est sans doute réduit. Olfaction et gustation paraissent plus insignifiantes encore.

PHARMACODYNAMIE. — *Raymond-Hamet* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur la 3.4-dioxyéphédrine et la 3.4-dioxynoréphédrine.**

L'introduction d'un groupe méthyle sur le carbone β de l'adrénaline et de la noradrénaline ne modifie pas beaucoup l'action physiologique de ces substances, tandis que la substitution dans le noyau de l'éphédrine de deux oxhydriles phénoliques en position 3-4 transforme profondément l'action de cette substance.

ZOOLOGIE. — *Tchang-Si* (prés. par M. Caullery). — **Un nouveau cas de condensation embryogénique chez un Nudibranche (*Doridopsis limbata* Cuvier)**

Parmi les différents types de condensation embryogénique connus actuellement chez les Opisthobranches le cas présenté par *Doridopsis limbata* est le moins accentué et se rapproche plus du développement normal. La larve enfermée dans la coque de l'œuf rappelle beaucoup les larves véligères libres, mais sa coquille est rudimen-

taire; elle la perd à l'éclosion et donne une larve rampante, dont le velum à cils très courts disparaît rapidement.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *L. Doljanski. J. J. Trillat, P. Lecomte du Noüy* et *An. Rogozinski* (prés. par M. Roux). — **L'action des rayons X sur les cultures de tissu *in vitro*.**

L'intensité des rayons à une distance de 4 cm. du centre de l'anticathode a été trouvée égale à 1412 r. La *dose léthale* (c'est-à-dire la dose produisant l'arrêt complet et immédiat du développement de la culture) correspond à environ 120 000 r.

Les résultats des expériences prouvent d'une manière concluante que l'idée d'une résistance exceptionnelle des cellules cultivées *in vitro* n'a pas de base réelle.

BIOPHYSIQUE. — *Léon Velluz* et *Jean Loiseleur* (prés. par M. H. Vincent). — **Sur les propriétés des membranes protéocellulosiques.**

Dans les membranes protéocellulosiques, chaque constituant apporte ses caractères particuliers. La cellulose, par son insolubilité dans l'eau et ses qualités mécaniques, joue un rôle essentiellement *statique*. Les protides, au contraire, confèrent quelques propriétés *actives* qui permettent, dans une certaine mesure, de rapprocher ces membranes artificielles des membranes naturelles.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *R. Vladesco, D. Simci* et *M. Popesco* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Une nouvelle fonction de l'estomac. Rôle de cet organe dans le métabolisme de l'urée.**

A l'état normal, l'estomac enlève du sang une partie de son urée et la déverse dans son contenu, après l'avoir transformée en ammoniac. Dans les insuffisances rénales cette transformation devient 5-10 fois plus intense.

P. Guérin.

Séance du 9 février 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Capoulade.* — **Sur la fonction de Green harmonique d'un domaine de révolution.**

— *J. P. Robert* (prés. par M. Goursat). — **Médiation et fonctions métaharmoniques.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *G. Calugaréano.* — **Une généralisation du théorème de M. Borel sur les fonctions mésomorphes.**

— *L. Tchakaloff* (prés. par M. Em. Borel). — **Sur l'intervalle de variabilité de ξ dans la formule**

$$\int_a^b p(x)\,dx = \varphi(\xi)\int_a^b p(x)\,dx.$$

GÉOMÉTRIE. — *A. Buhl.* — **Propagations conoïdales en géométrie ondulatoire. Ondes dérivées de l'ellipsoïde.**

CINÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *P. E. Myard* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur la réalisation de mécanismes à roulement pur.**

ÉLECTRICITÉ. — *A. Blondel.* — **Rationalisation des équations électromagnétiques.**

MÉCANIQUE. — *De Sparre.* — **Au sujet du pendule de Foucault.**

Observations relatives à la Communication faite par M. Charron dans la séance du 19 janvier 1931.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *P. Le Rolland* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Méthode de résonance pour mesurer la rigidité et éprouver la stabilité d'une construction.**

La méthode décrite par l'auteur pourra donner lieu à de nombreuses applications, notamment la détermination des modules d'élasticité dans le cas de poutres simples, l'étude expérimentale des poutres à triangulation rigide, l'étude de la stabilité d'une construction quelconque et des causes les plus faibles qui peuvent la diminuer.

PHYSIQUE. — *E. Brylinsky* (prés. par M. P. Janet). — **Sur un nouveau système de mesures.**

M. Blondel, dans une Note précédente (*C. R.* 192, 1931, p. 124), a interprété un travail sur un système de mesure indiqué par M. Brylinski. A ce sujet, celui-ci fait remarquer qu'il y a là un malentendu car les correspondances signalées par M. Blondel entre unités électriques et mécaniques n'existent que dans les systèmes électromagnétiques. M. Brylinski, dans sa Note (*C. R.*, 191, 1930, p. 931), avait signalé qu'il était nécessaire, pour obtenir un système cohérent donnant aux unités des valeurs convenables, de renoncer au caractère électromagnétique; en particulier, dans le système M.T.S.V. qu'il a proposé, l'unité de perméabilité est égale à 10^4 fois la perméabilité du vide.

CHALEUR. — *Vernotte* (prés. par M. Cotton). — **Sur l'impossibilité d'assurer un isolement thermique suffisant et connu, avec un isolant solide.**

L'auteur démontre que si l'on veut des fuites qui soient toujours modérées, et qu'en tout cas on puisse calculer à tout instant au moyen des températures actuelles, il faut employer des isolants sans capacité calorifique importante, dut en souffrir l'isolement en régime permanent. Le plus simple est d'isoler par l'air.

ÉLECTRICITÉ. — *L. Dubar* (prés. par M. P. Janet). — **Sur les éléments rectifiants à l'oxyde de cuivre.**

Dans une Note antérieure, M. Pélabon a expliqué que la couche d'oxyde d'un redresseur au cuivre oxydé était essentiellement non homogène et constituée par une couche relativement épaisse et semi-conductrice d'oxyde cuivreux tenant en suspension de l'oxyde cuivrique, cette couche étant séparée du cuivre par une très mince pellicule d'oxyde cuivreux presque pur, semi-isolant.

M. Dubar montre comment il a pu produire séparément l'oxyde cuivreux mélangé d'oxyde cuivrique qui constitue le semi-conducteur et l'oxyde cuivreux pur, semi-isolant, qui constitue la couche de passage.

IONISATION DES GAZ. — *Th. V. Jonescu* et *C. Mihul* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la constante diélectrique et la conductibilité des gaz ionisés.**

Cette Note est le complément de celle qui a été donnée précédemment (*C. R.*, 191, 1930, p. 1436). Les résultats sont exposés à l'aide d'une figure.

ÉLECTRONIQUE. — *J. L. Destouches* (prés. par M. de Broglie). — **Sur la capture d'électrons par des ions positifs.**

L'auteur démontre que la théorie qu'il a émise antérieurement (*C. R.*, 191, 1930, p. 1438) est en concordance avec les faits expérimentaux.

MAGNÉTISME. — *J. Peltier.* — **Exploration des pièces ferromagnétiques de révolution par l'emploi des champs tournants.**

Dans ses Notes précédentes « Sur la localisation des

pailles dans les arbres de machines », l'auteur avait envisagé le remplacement du champ magnétique ordinaire fixe par un champ tournant. Il a reconnu que le dispositif qu'il avait indiqué présentait, au point de vue technique, certaines difficultés. Dans la nouvelle disposition qu'il indique, le champ magnétique tourne toujours dans un plan perpendiculaire à l'axe de la pièce étudiée, mais la bobine induite est elle-même calée de telle façon que son axe soit confondu avec celui de cette pièce.

SPECTROSCOPIE. — *J. Gilles* (prés. par M. Cotton), — **Sur la dispersion d'énergie intérieure aux termes quadruples et triples 3sP, 3pP, 3pD, dans les spectres des éléments C, N. O, F, à différents degrés d'ionisation.**

Les résultats montrent définitivement que l'étude des effets optiques du champ magnétique, effets qui paraissent très réguliers dans les différents ions d'un élément comme aussi dans ceux des différents éléments, doit être faite, non plus du point de vue très étroit de la dispersion antérieure à un seul terme, mais du point de vue de la dispersion totale d'un ensemble de termes appartenant au moins à une trajectoire.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Pauthenier* et *Bart* (prés. par M. Cotton). — **Sur la biréfringence du safrol.**

Les auteurs ont repris l'étude du safrol dont Leiser avait signalé que la biréfringence rémanente empêchait toute évaluation. Les nouvelles mesures effectuées à ce point de vue n'ont permis de retrouver ni en champ constant, ni en champ alternatif, aucune rémanence appréciable pour le safrol du commerce, ni pour le safrol soigneusement purifié, du moins pour les températures comprises entre 15° et 25°.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Desmaroux* et *Mathieu* (prés. par M. G. Urbain). — **Remarques sur la structure de la nitrocellulose.**

Dans l'état actuel de la question, il n'apparaît pas que l'on puisse considérer comme parfaitement définitive la notation des plans réticulaires donnée par Herzog et Naray-Szabo; il semble aux auteurs qu'il paraît impossible, quant à présent, de poursuivre plus loin qu'ils l'ont fait la comparaison des diagrammes de Debye et Scherrer et des diagrammes de fibres des nitrocelluloses et de préciser davantage ce qui se passe dans les directions de forte anisotropie que le cellulose révèle dans la réaction topochimique qu'est la nitration.

— *Mlle O. Hun* (prés. par M. G. Urbain) — **Contribution à l'étude ébullioscopique des complexes formés par les halogénures de cadmium et les halogénures alcalins correspondants.**

— *A. Boutaric* et *J. Bouchard* (prés. par M. C. Matignon). — **Influence de la lumière sur la floculation des solutions colloïdales en milieu fluorescent. Rôle des antioxgenes.**

Les expériences ont montré qu'en présence d'une substance fluorescente, la lumière accélère la floculation des solutions colloïdales par les électrolytes et que, pour une matière fluorescente donnée, l'action photosensibilisatrice est liée au pouvoir fluorescent de la matière fluorescente, toute diminution de ce pouvoir fluorescent par la présence de substances antioxygènes entraînant une réduction de l'action photosensibilisatrice. En outre, les recherches effectuées par les auteurs mettent en relief l'importance que peut avoir sur l'efficacité d'un traitement par les substances fluorescentes l'action d'une lumière intense susceptible d'activer la fluorescence et la présence de substances antioxygène soit dans le milieu utilisé pour dissoudre ou fixer la matière fluorescente, soit à l'intérieur des tissus où doit se produire leur action.

— *M. Auméras* (transm. par M. V. Grignard). — **Sur les chaleurs spécifiques des solutions de sulfate de sodium.**

Les recherches avaient pour but de déterminer à partir de l'hydrate SO^4Na^2, 10 H^2O, et à la température de 20°, les chaleurs spécifiques des solutions de ce sel, depuis des concentrations voisines de la saturation jusqu'aux solutions très diluées. Les valeurs trouvées sont représentées sur un diagramme.

CHIMIE MINERALE. — *N. Slomnesco.* — **Sur la décomposition du carborundum par un mélange d'acide fluorhydrique et nitrique.**

La décomposition du carborandum a été obtenue par un traitement par les acides fluorhydique et nitrique concentrés; il s'est formé du tétrafluorure de silicium et du gaz carbonique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *P. Cordier.* — **Sur les acides dibenzylsucciniques.**

L'acide dibenzylsuccinique existe bien sous deux formes inactives : l'une symétrique, indédoublable, fondant à 203°; l'anhydride correspondant subit sous l'action de la chaleur une racémisation conduisant à l'anhydride de l'acide racémique fondant à 172°, dédoublable par la strychnine en deux acides actifs.

— *A. Mavrodin* (prés. par M. Delépine). — **Action des halogénures d'éthylmagnésium sur le diéthylcyanacétate d'éthyle.**

L'étude des condensations des dérivés organomagnésiens avec le diéthylcyanacétate d'éthyle confirme l'hypothèse d'une énolisation de la fonction éther-sel du cyanacétate et de l'éthylcyanacétate d'éthyle, sous l'influence des réactifs de Grignard. La grande complexité de la réaction de l'éther diéthylcyanacétique avec les dérivés organomagnétiens doit être attribuée à la présence, dans la molécule, d'un carbone tétrasubstitué qui confère à cette molécule une inertie et une fragilité particulière.

— *V. Hasenfratz* (prés. par M. R. Fosse). — **Digitaline de Nativelle et digitoxine.**

La digitaline de Nativelle, comme la digitoxine, se scinde par hydrolyse en une génine et en digitoxose. Elle a pour formule $C^{41}H^{64}O^{15}$ qui est celle adoptée par Windans et Stein pour la digitoxine. L'étude comparée de ces deux substances au double point de vue physiologique et chimique, conduit à admettre que les deux dénominations s'appliquent à une même espèce définie.

L. Franchet.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Molliard.* — **Sur les relations existant entre les divers acides organiques élaborés par le *Sterigmatocystis nigra*.**

Les acides gluconique et citrique doivent être considérés comme des produits d'oxydation des sucres dûs à une inanition en substances minérales; ils sont tous deux capables d'être utilisés ultérieurement, par le Champignon, mais il n'existe pas de dérivation du second à partir du premier. Quant à l'acide oxalique de neutralisation, qui se forme aux dépens de nombreuses substances organiques alimentaires, il est incapable d'être utilisé par le *Sterigmatocystis Nigra;* il doit être considéré comme un produit d'excrétion définitive.

BIOLOGIE. *Paul Marchal.* — **Le microptérisme et le dimorphisme saisonnier chez les Trichogrammes.**

L'intérêt particulier des observations de l'auteur portant sur *Trichogramma cacœsiœ* réside dans les variations que présente le dimorphisme saisonnier, suivant la nature de l'hôte dans lequel se poursuit le cycle annuel des générations successives : d'une part, l'alternance de deux générations régulièrement et fortement différenciées (l'une de teinte claire à ailes normales, l'autre pigmentée et microptère), lorsque le cycle se poursuit dans les pontes à diapause de *Cacœcia rosana;* d'autre part, succession de générations multiples (les estivales claires et normalement ailées, l'hivernale foncée et présentant une tendance irrégulière au microptérisme) lorsque le cycle se poursuit dans des pontes sans diapause.

GÉOLOGIE. — *Jean Lacoste* (transm. par M. L. Cayeux). — **Notes stratigraphiques sur le Rif méridional (région de Moulay Bou Chta).**

L'auteur expose dans cette Note la série des formations géologiques rencontrées en étudiant la portion du Rif méridional comprise, d'Ouest en Est, entre Ouezzan et Boured.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Bogdan Varitchak* (prés. par M. A. Dangeard). — **Remarques sur la répartition du cytome au moment de la formation des zoospores.**

Au stade initial de la formation des zoospores, on trouve les sphérosomes répartis régulièrement autour des noyaux. C'est ainsi que le cytome se transmettra aux futures zoospores et par conséquent aux individus qui en proviendront.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *L. Margaillan* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **L'huile de *Wrightia annamensis* Dubard et Eberhardt, huile semblable à l'huile de ricin.**

Les graines de cette apocynacée renferment une huile de teinte rouge grenadine foncée, soluble en toutes proportions dans l'alcool à 95 pour 100. De plus, les valeurs élevées de l'indice d'acétyle, de la densité, du coefficient de viscosité, apparentent nettement cette huile avec l'huile de ricin.

Une différence toutefois est à signaler : l'huile de Wrightia est plus soluble que l'huile de ricin dans l'éther de pétrole léger, ce qui en complique un peu l'étude chimique.

ZOOLOGIE. — *J. Millot* (prés. par M. M. Caullery). — **Anatomie comparée de l'intestin moyen céphalo-thoracique chez les Araignées vraies.**

L'auteur a été amené à distinguer, sous une forme d'ailleurs schématique, quatre types principaux d'intestin. Le fait que, chez les Théridiides, on trouve, à côté de genres où l'intestin est très voisin de celui des Pholcides, d'autres genres où il est très semblable à celui des Linyphiides, d'autres encore où se rencontrent des formes intermédiaires, constitue un argument important en faveur de la parenté de ces trois familles.

PHYSIOLOGIE. — *A. B. Chauchard* et *S. Kajiwara* (prés. par M. Lapicque). — **Le rapport des chronaxies des antagonistes dans la narcose par compression du cerveau.**

La compression du cerveau poussée jusqu'au sommeil complet a, sur les antagonistes, une action comparable à celle de l'éther et de l'alcool.

Le fait que la compression du cerveau détermine un changement du rapport des chronaxies des antagonistes dans le même sens que les substances chimiques à action anesthésiante montre bien que ces perturbations des chronaxies périphériques sont sous la dépendance de modifications dans les centres supérieurs.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *Georges Bourguignon* et *Socrate Eliopoulos* (prés. par M. d'Arsonval). — **Action des ions, iode, calcium et magnésium sur l'indice oscillométrique et la pression artérielle dans la diélectrolyse transcérébrale.**

L'action sur l'indice oscillométrique observée dans la diélectrolyse transcérébrale ne se produit que si l'on fait agir certains ions, le passage simple du courant n'ayant aucune action. Il y a quelques différences dans l'action des différents ions étudiés.

L'action est la même, que l'ion étranger soit introduit par le courant lui-même ou par la voie buccale avant l'application du courant. Dans le deuxième cas, l'action est plus intense, probablement en raison du fait que la quantité d'ions introduits est plus grande par la voie buccale que par la voie électrique. Il y a là la source d'un perfectionnement des méthodes électrothérapiques.

Il est permis de supposer que l'action thérapeutique de la diélectrolyse transcérébrale d'iode et de calcium reconnaît en partie comme mécanisme cette action sur les centres vaso-moteurs cérébraux.

HYGIÈNE INDUSTRIELLE. — *R. Marcille* (prés. par M. Charles Richet). — **Un appareil de défense contre les gaz toxiques.**

Une défense absolument sûre est celle qui consiste à respirer dans un milieu complètement isolé du milieu extérieur. Le fait se trouve réalisé avec l'appareil décrit dans cette Note. Il peut, fait remarquer M. Charles Richet, rendre de grands services non seulement dans le cas des bombs asphyxiantes, mais encore dans les incendies, ou les coups de grisou.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Jacob, Professeur à la Sorbonne, a été élu dans la Section de Minéralogie en remplacement de M. Termier, décédé.

M. Paul Pelsenker a été élu correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie en remplacement de M. A. Brachet, décédé.

Académie de Médecine. — Ont été élus Correspondants nationaux dans la division de chirurgie :

M. Constantini, Professeur de clinique chirurgicale à la Faculté d'Alger;

M. Le Roy des Barres, Professeur de clinique chirurgicale à l'Ecole d'Hanoï.

Comité national d'aide à la Recherche Scientifique. — Le Comité vient de décider la création de six subventions de 25.000 fr. chacune à attribuer annuellement à des savants, docteurs ou auteurs de travaux témoignant d'une compétence technique équivalente, se consacrant activement à des recherches déterminées et pour les affranchir des soucis immédiats de la vie matérielle.

Ces subventions seront attribuées, en ce qui concerne la désignation des bénéficiaires, avec le concours des grandes

Sociétés scientifiques de France concernant les diverses disciplines et pour être servies au plus tard à partir d'octobre 1931.

Pour tous renseignements s'adresser au Comité national, 1, rue Victor Cousin, Paris (5e).

Service des Poudres. — Un concours pour l'emploi d'agent chimiste militaire de 3e classe des Poudres sera ouvert, le 15 avril 1931.

L'examen écrit aura lieu dans les Poudreries les plus rapprochées de la résidence des candidats, choisies comme centre d'examen.

L'examen oral sera passé à Paris.

Pour être admis au concours, les candidats doivent :

1° Etre soit licenciés ès-sciences (avec le certificat de chimie générale), soit anciens élèves diplômés d'une des Ecoles énumérées à l'annexe n° 1 de l'arrêté du 8 juin 1914.

2° Etre Français, avoir satisfait aux obligations militaires et pouvoir compter 30 ans de services militaires à 58 ans d'âge. Ils doivent, en outre, présenter toutes les garanties d'aptitude physique nécessaires.

Les demandes d'admission au concours doivent être adressées à M. l'Inspecteur Général, Président de la Commission d'examen au Laboratoire Central des Poudres, 12, Quai Henri IV, à Paris, accompagnées des pièces ci-après :

L'acte de naissance du candidat, l'extrait de son casier judiciaire, l'état signalétique et des services, les copies certifiées conformes à l'original des diplômes que possèdent les candidats et notamment ceux justifiant qu'ils sont anciens élèves des écoles sus-visées.

Les candidats admis à concourir seront prévenus par le Président de la Commission d'examen, qui leur indiquera les dates et lieux du concours.

La clôture de l'inscription des candidats est fixée au 16 mars 1921.

Tous autres renseignements concernant le concours seront donnés aux candidats, sur leur demande, par l'Inspection Générale des Poudres, 12, Quai Henri-IV, à Paris (4e).

Concours de l'Aluminium. — Nous rappelons aux personnes qui seraient en mesure de prendre part au *Concours International de l'Aluminium*, doté de 100.000 fr. de prix et destiné à récompenser les meilleures inventions ou mises au point susceptibles de favoriser le développement des emplois de l'aluminium et de ses alliages, que le délai fixé pour l'envoi des mémoires expire le 1er avril 1931.

Ceux-ci devront donc être envoyés avant cette date au *Bureau International de l'Aluminium*, 23 *bis*, rue de Balzac, Paris (8e), qui se met gratuitement à la disposition des intéressés pour leur fournir tous renseignements utiles.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — *Année scolaire* 1930-1931. — Les Cours, Conférences et Travaux pratiques du 2e semestre se sont ouvert le 2 mars à la Sorbonne, suivant le programme ci-dessous :

Analyse supérieure et algèbre supérieure. — M. Emile Picard, Professeur, traitera les mercredis et samedis, à 10 h. 1/2, de diverses questions d'approximation en Analyse et dans la théorie des nombres ainsi que de quelques développements en série. (Première leçon le 4 mars). Institut H. Poincaré. Amphithéâtre Darboux.

Calcul différentiel et calcul intégral. — M. Goursat, Professeur, traitera les lundis et jeudis, à 9 heures, des équations différentielles et des équations aux dérivées partielles. Institut H. Poincaré. Amphithéâtre Hermite.

M. Denjoy, Professeurs, fera des conférences en vue du Certificat de Calcul différentiel et Calcul intégral, les vendredis, à 15 h. 3/4, Institut H. Poincaré. Amphithéâtre Hermite.

Analyse appliquée a la Géométrie. — M. Julia, Professeur, traitera, les lundis, à 10 h. 1/2, de la représentation conforme des aires multiplement connexes, Institut H. Poincaré. Amphithéâtre Darboux.

Mécanique analytique et Mécanique céleste. — M. Drach, Professeur, traitera, les mardis et vendredis à 15 h. 1/4, de la Théorie mathématique de l'Electricité et de la propagation des ondes.

Mécanique rationnelle. — M. Jean Chazy, Chargé du Cours, traitera les mardis et vendredis, à 9 heures, de la Dynamique des systèmes et de la Mécanique analytique. Institut H. Poincaré. Amphithéâtre Hermite.

M. Denjoy, Professeur, fera des conférences de Mécanique rationnelle, les samedis, à 10 h. 1/2. Institut H. Poincaré. Amphithéâtre Hermite.

M. E. Cahen, Chargé de Conférences, fera des Conférences de Mécanique rationnelle, les samedis, à 9 heures. Institut H. Poincaré. Amphithéâtre Hermite

Théorie des fonctions et Théorie des transfortations. — M. A. Denjoy, Professeur, fera des conférences, le jeudi, à 16 heures, sur les propriétés descriptives des ensembles et des fonctions. Institut H. Poincaré. Amphithéâtre Darboux.

Mathématiques générales. Préparation aux Sciences physiques. — M. R. Garnier, Chargé du Cours, exposera les lundis et mardis, à 17 h. 1/2, la seconde partie du Cours de Mathématiques générales, 1, rue Pierre-Curie.

M. Le Roy, Chargé de Conférences, fera des conférences de Mécanique, les mercredis, à 17 h. 1/2, 1, rue Pierre-Curie.

MM. E. Cahen et Michel, Chargés de Conférences, dirigeront les travaux pratiques les jeudis, à 17 h. 1/2. Amphithéâtre Milne-Edwards.

Mécanique physique et expérimentale. — M. G. Koenigs, Professeur, traitera les lundis et jeudis, à 11 heures. des Moteurs thermiques et des Moteurs hydrauliques (Laboratoire de Mécanique).

Les travaux pratiques auront lieu sous la direction de M. le Professeur Koenigs, pour tous les élèves, les lundis et jeudis, de 8 h. 1/2 à 11 heures.

M. Villey, Professeur : le lundi, à 17 h. 1/2, Propriétés et utilisation des matériaux solides; le mercredi, à 17 h. 1/2. Conférences et applications sur les diverses parties du programme.

Institut de Mécanique des fluides. — M. Henri Villat, Professeur, Directeur de l'Institut, traitera « de quelques applications nouvelles des fonctions elliptiques à la Mécanique des fluides », les jeudis, à 9 h. 1/2 et les vendredis, à 10 h. 1/2. (Amphithéâtre Le Verrier).

M. Henri Béghin, Professeur, continuera l'exposé des théories générales de l'hydro- et de l'aérodynamique, le mercredi, à 15 h. 1/2, et le vendredi, à 15 h. 1/2 (Amphithéâtre Le Verrier).

M. A. Foch, Professeur, continuera l'exposé de la mécanique expérimentale des fluides, le lundi, à 9 heures et le jeudi, à 9 heures (Salle de Conférences de Physique).

Physique. — M. Cotton, Professeur, traitera de l'Optique physique (La polarisation de la lumière et les phénomènes où elle intervient) les mardis et vendredis, à 10 h. 3/4 (Amphithéâtre de Physique).

M. Darmois, Professeur, continuera ses leçons les mercredis, à 14 heures, sur la thermodynamique et les vendredis, à 14 heures, sur la conductibilité dans les gaz.

M. A. Guillet, Professeur, traitera de l'électricité, les lundis et jeudis, à 14 h. 1/2; il fera, en outre, des exercices et des interrogations en correspondance avec les cours préparatoires au Certificat.

M. Décombe, Maître de Conférences adjoint, Sous-directeur du Laboratoire d'Enseignement, dirigera les manipulations de physique qui auront lieu, au Laboratoire d'Enseignement, tous les jours, de 8 h. 1/2 à 11 h. 1/2 et de plus le mercredi et le jeudi de 15 à 18 heures.

Physique théorique et Physique céleste. — M. Bruhat, Professeur, traitera de la Physique stellaire, les mercredis, à 15 h. 1/4, et les lundis, à 10 h. 3/4, Amphithéâtre de Physique.

Electrotechnique générale. — M. Paul Janet, Professeur, traitera des courants alternatifs et de leurs applications industrielles, les mardis et jeudis, à 9 h. 3/4. à l'Ecole Supérieure d'Electricité, 8 à 14, avenue Pierre-Larousse (Malakoff). Les personnes désireuses de suivre ce cours devront être régulièrement immatriculées à la Faculté des Sciences. Les travaux pratiques auront lieu dans les Laboratoires de l'Ecole supérieure d'Electricité.

Optique appliquée. — M. Ch. Fabry, Professeur, fera dix leçons sur la photométrie, les jeudis, à 10 h. 3/4, à l'Institut d'Optique, 3, boulevard Pasteur.

M. Dunoyer, Professeur, fera des conférences sur les Instruments d'optique, les lundis et jeudis. à 9 h. 1/4, 3, boulevard Pasteur (Institut d'Optique).

M. Henri Chrétien, Professeur, traitera du Calcul des combinaisons optiques, les mardis et vendredis, à 9 heures. Les travaux pratiques auront lieu le lundi, le mardi et le jeudi, à 14 heures,, 3, boulevard Pasteur.

Physique du Globe. — M. Labrouste, Professeur, traitera les sujets suivants : Propriétés générales de l'atmosphère, Surfaces de discontinuité (Compléments de Météorologie). Phénomènes optiques, les vendredis, à 16 heures, à l'Institut de Géographie, 191, rue Saint-Jacques, Amphithéâtre B. — Climatologie, les samedis, à 10 h. 1/2, au Laboratoire de Géographie physique.

M. Salles, Physicien adjoint, fera des séances de Travaux pratiques, les jeudis, de 9 heures à 12 heures (191, rue Saint-Jacques).

Aviation. — M. Marchis, Professeur, continuera les cours préparatoires au Certificat de Technique aéronautique, les mardis et jeudis. à 17 h. 1/2.

M. Toussaint, Maître de Conférences, continuera les conférences préparatoires aux Certificats de Technique aéronautique et de Mécanique des fluides, les mercredis et vendredis, à 17 h. 30. Il dirigera les travaux pratiques à l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr, à des jours qui seront fixés ultérieurement.

Chimie. — M. Urbain, Professeur, traitera, les mardis, à 11 h. (Amphithéâtre de Chimie) : Théories atomiques.

M. P. Pascal, Professeur, étudiera, les lundis, à 9 heures et les jeudis. à 9 heures, les acides minéraux et leurs dérivés (Amphithéâtre de Chimie).

M. Marcel Guichard, Professeur, traitera, à 10 h. 1/2, les mercredis et vendredis : Analyse et mesures chimiques.

M. Blaise, Professeur, Mme Ramart-Lucas, Professeur, traitera de la série aromatique, les lundis, à 10 h. 1/2 et les samedis, à 9 heures.

M. Job, Professeur, traitera, les mardis, à 9 heures et les samedis, à 10 h. 1/2 : Chimie des Métaux (Amphithéâtre de Chimie).

M. Marquis, Maître de Conférences adjoint Chargé de Conférences, fera des conférences de Chimie organique, le jeudi, à 10 h. 1/2 et le vendredi, à 9 heures : série grasse à partir des acides inclus (Amphithéâtre Pierre-Curie).

M. Gain, Maître de Conférences adjoint, dirigera les manipulations de Chimie générale (12, rue Cuvier), les jeudis, de 16 h. 1/2 à 18 h. 1/2, et les vendredis, de 13 h. 1/2 à 17 heures.

Chimie physique. — M. Jean Perrin, Professeur, dirigera des conférences et discussions sur les travaux de recherches en cours d'exécution au Laboratoire, les lundis, à 16 heures (réservés aux travailleurs du Laboratoire).

M. Debierne, Professeur, fera des Conférences de Chimie physique et Radioactivité (Les propriétés des électrolytes), les jeudis, à 14 heures.

M. Mouton, Professeur (Fondation de l'Institut Pasteur), fera des Conférences les lundis, à 17 h. 1/2, sur les substances à l'état colloïdal (sols et gels), en particulier sur les substances ayant une importance biologique.

Chimie biologique. — M. Gabriel Bertrand, Professeur, traitera de la composition élémentaire de la matière vivante, les mardis et vendredis, à 17 h. 1/2, à (l'Institut Pasteur, 28, rue Dutot).

M. Javillier, Professeur, fera des Conférences (Fondation de l'Institut Pasteur), sur le fonctionnement chimique des organismes, les lundis et jeudis, à 17 h. 1/2.

Travaux pratiques, sous la direction de M. G. Bertrand, les mercredis et samedis, de 14 heures à 17 h. 1/2.

Etude des combustibles. — M. Mailhe, Professeur, dirigera des Conférences sur les travaux du Laboratoire, les lundis et mardis, à 17 heures, pour les étudiants du Laboratoire.

Chimie appliquée. — M. Boulanger, Chef de Travaux, dirigera des manipulations, les lundis, à 13 h. 1/2, et mardis, à 14 heures, au Laboratoire d'Enseignement pratique de Chimie.

Minéralogie. — M. Wallerant, Professeur, traitera des propriétés optiques, polymorphisme et isomorphisme des cristaux, les lundis et jeudis, à 10 h. 3/4 (Amphithéâtre de Minéralogie).

M. Mauguin, Professeur, continuera les mercredis et samedis, à 8 h. 3/4, la description des espèces minérales. Les travaux pratiques auront lieu les mercredis et samedis, de 9 h. 3/4 à 12 heures, au Laboratoire de Minéralogie.

Anatomie et histologie comparée. — M. Wintrebert, Professeur, traitera de la détermination des ébauches chez les Amphibiens et de la morphogenèse du tronc, les mardis et jeudis, à 16 heures.

M. Parat, Chef de Travaux, dirigera les travaux pratiques préparant au certificat de zoologie, les jeudis, de 8 h. 1/2 à 12 heures.

Zoologie. — M. Prenant, Professeur, continuera ses conférences sur les Mollusques, les mardis et les vendredis, à 9 heures.

Biologie expérimentale. — M. Et. Rabaud, Professeur, étudiera, en vue de la préparation au Certificat de Biologie générale, les mercredis et jeudis, à 14 h. 1/2 (Amphithéâtre de géologie). (Fremière leçon le 4 mars) : les éléments de zoologie biologique. (Système nerveux et organes des sens).

Mlle Cousin, Assistant, dirigera les travaux pratiques, les samedis, à 14 heures.

Physiologie végétale. — M. Molliard, Professeur, (Préparation aux Certificats de Physiologie générale et de Botanique), traitera des échanges de matières chez les végé-

taux, les jeudis et samedis, à 10 h. 1/2. (Première leçon : le 5 mars). (Amphithéâtre Cauchy).

Physiologie générale. — M. Lapicque, Professeur, dirigera des conférences sur les recherches en cours au Laboratoire, les mercredis, à 14 heures.

M. Laugier, Maître de Conférences, fera des conférences préparatoires au Certificat, les mardis, à 17 heures et les samedis, à 15 h. 1/2 (Amphithéâtre de Physiologie).

Les travaux pratiques en vue du Certificat, auront lieu les mercredis, à 8 h. 1/2, les jeudis et les vendredis, à 13 h. 1/2.

Physiologie comparée. — M. Portier, Professeur, étudiera : Le milieu intérieur dans la série animale. Les mécanismes régulateurs, les mercredis et vendredis, à 17 heures. — Première leçon : le 11 mars (Amphithéâtre de Physiologie).

Evolution des êtres organisés. — M. F. Picard, Professeur, traitera de la reproduction asexuée, les lundis et mardis, à 17 heures. M. M. Avel, Chef de Travaux, dirigera les travaux pratiques du Certificat de Biologie générale, les lundis, de 13 h. 1/2 à 17 heures, 105, boulevard Raspail.

Botanique. — M. Combes, Maître de Conférences, (Fondation du Ministère des Colonies), traitera des plantes appartenant au groupe des Dicotylédones dialypétales, et en particulier des espèces coloniales, les lundis, à 17 heures, et les vendredis, à 10 h. 1/2.

M. H. Coupin, Maître de Conférences adjoint, dirigera des manipulations, les lundis, jeudis et samedis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.

Géologie. — M. A. Michel-Lévy, Professeur, fera des Conférences de Pétrographie, les lundis et mardis, à 11 heures.

M. Joleaud, Professeur, fera les mercredis et jeudis, à 11 heures, des Conférences de Paléontologie (Vertébrés), suivies de leçons de Paléobiogéographie.

M. A. Lanquine, Chef des Travaux, dirigera les travaux pratiques de Géologie, les mardis, mercredis et jeudis, de 9 heures à 11 heures.

Géographie physique et Géologie dynamique. — M. Léon Lutaud, Professeur, fera des Conférences complémentaires sur le programme du Certificat de Géographie physique, les jeudis, à 14 h. 1/2 (Laboratoire de Géographie physique). Il dirigera, en outre, des excursions dans la région parisienne.

M. Labrouste, Professeur, traitera les sujets suivants : Climatologie générale. Etude détaillée de la climatologie de la France et des Colonies, les samedis, à 10 h. 1/2 (Laboratoire de Géographie physique).

M. Jacques Bourcart, Chef des Travaux, dirigera les travaux pratiques de Géographie physique, les lundis et mercredis, de 14 h. 1/2 à 16 h. 1/2 et les jeudis, de 16 heures à 17 heures; exercices complémentaires de Topographie, les samedis, à 14 h. 1/2.

Géologie structurale et Géologie appliquée. — M. P. Viennot, Maître de Conférences, traitera : les mardis, à 17 h. 1/2, de la structure des grandes régions extra-européennes, et les mercredis, à 17 heures, des combustibles minéraux (191, rue Saint-Jacques).

M. L. Barrabe, Chef de Travaux, dirigera les mardis, à 14 heures, les travaux pratiques préparatoires au Certificat de Géologie structurale et appliquée (191, rue St-Jacques).

Enseignement préparatoire au Certificat d'Etudes Physiques, Chimiques et naturelles.

Physique. — 1re Section. — M. Pauthenier, Professeur, traitera les lundis et mardis, à 9 heures : Electricité, Optique, Radiations.

2e Section. — M. A. Dufour, Professeur, traitera les jeudis et samedis, à 9 heures : Electromagnétisme, Acoustique, Optique.

3e Section. — M. M. Curie, Maître de Conférences, traitera de l'optique, des ondes et rayonnements, les mardis et jeudis, à 14 heures.

Conférences préparatoires aux Certificats d'études S.P.C.N. — M.P.C., les lundis, à 16 h. 1/2.

M. Chéneveau, Maître de Conférences adjoint, dirigera les manipulations de Physique :

1re Section : les mardis et samedis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 3/4.

2e Section : les lundis et vendredis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 3/4;

3e Section : les vendredis et samedis, de 8 h. 3/4 à 11 h. 3/4.

Chimie. — 1re Section. — M. Freundler, Professeur. — M. Blondel, Chargé du Cours, traitera les jeudis et vendredis, à 9 heures, des métaux, des fonctions organiques et des composés biologiques les plus simples.

2e Section. — M. Péchard, Professeur, traitera les lundis, à 10 heures et les mercredis, à 10 h. 1/2 : Métaux, Chimie organique.

3e Section. — M. Bourguel, Maître de Conférences, traitera les Métaux et la Chimie organique, les mercredis, à 15 h. 1/4 et jeudis, à 11 heures.

Les mercredis, à 16 h. 1/2, Conférences de S.P.C.N. et M.P.C.

M. Gain, Maître de Conférences adjoint, dirigera les manipulations de Chimie :

1re Section : les lundis et mercredis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.

2e Section : les mardis et jeudis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.

3e Section : les lundis et jeudis, de 8 h. 1/2 à 11 heures.

Zoologie. — M. Rémy Perrier, Professeur, continuera l'étude des Vertébrés.

2e Section : les jeudis, à 10 h. 1/4.

M. Bohn, Maître de Conférences, traitera des Vertébrés.

1re Section : les vendredis, à 10 h. 1/4.

3e Section : les jeudis, à 15 h. 1/4.

M. Bohn, Maître de Conférences, assisté de M. Anglas, dirigera les manipulations de Zoologie, les lundis, mardis, mercredis et jeudis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 1/2 (1re et 2e sections), les mardis et mercredis, de 8 h. 3/4 à 11 h. 1/2 (3e section).

Botanique. — M. Guilliermond, Professeur, traitera de la Physiologie végétale, puis de la Classification et de la Reproduction des plantes.

1re Section, les lundis et mardis, à 10 h. 1/4.

2e Section, les mercredis et samedis, à 10 h. 1/4.

3e Section. — M. Mangenot, Chargé du cours, traitera de la nutrition et de la reproduction des végétaux, à 16 h. 1/2 et les vendredis, à 15 h. 1/4.

M. Dauphiné, Chef des Travaux pratiques, dirigera les manipulations de Botanique, les jeudis et vendredis, de 14 h. à 17 h. (1re Section), les mercredis et samedis, de 14 heures à 17 heures (2e Section), les mercredis et samedis, de 8 h. 3/4 à 11 h. 1/2 (3e Section).

Géologie. — M. A. Dereims, Professeur, fera, les mardis et jeudis, à 16 h. 1/2, des leçons de Géologie préparatoires au Certificat S.P.C.N.

Les leçons seront complétées par des travaux pratiques et des excursions.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences*. — M. F. *Buytendijk*, Professeur de Physiologie à l'Université de Groningue, Hollande, a fait, le 9 mars, une Conférence sur : « *Le Cerveau et la Pensée* ».

— M. W. Sierpinsky, Professeur à l'Université de Varsovie, a donné le 10 mars et le 14 mars deux Conférences sur : « *Les ensembles fermés* ».

Institut d'optique. — L'Institut d'optique théorique et appliquée organise, pour la rentrée des vacances de Pâques, un enseignement pratique de spectroscopie et spectrographie, portant sur les méthodes et appareils de l'analyse spectrale, par les radiations visibles et ultra-violettes (spectres d'émission et spectres d'absorption).

L'enseignement comprendra environ 10 leçons orales et 10 séances de travaux pratiques.

Les frais d'études ont été fixés à 400 francs, avec réduction de moitié pour les personnes appartenant à un laboratoire de l'Etat ou de la Ville de Paris.

Muséum national d'Histoire naturelle. — Cours d'Entomologie. — M. E. Bouvier, Professeur, Membre de l'Institut, a commencé ce Cours le samedi 7 mars 1931, à 14 h. 30, au Laboratoire d'entomologie, 45 *bis*, rue de Buffon, 2e étage, et le continuera les semaines suivantes le mardi et le samedi, à la même heure.

Le Professeur traitera des *Papillons saturnioïdes;* il insistera particulièrement sur leurs espèces qui produisent de la soie.

Le Laboratoire est ouvert aux élèves pour l'étude entomologique et au public pour les renseignements, les jeudi, de 2 à 5 heures du soir.

— Cours de Botanique (*Organographie et Physiologie végétale*). — M. Costantin, Professeur, Membre de l'Institut, a commencé ce cours le mardi 3 mars 1931, à 14 heures, dans l'Amphithéâtre de la galerie d'Anatomie, rue de Buffon, n° 2 (place Walhubert), et le continuera le mardi de chaque semaine, à la même heure.

Le Professeur traitera du Lamarckisme expérimental et ses importantes applications pratiques. Le radium et son action. Les ultra-virus et les maladies de la dégénérescence. Cas de la Pomme de terre et autres plantes cultivées, etc.

Des leçons supplémentaires auront lieu au Laboratoire d'organographie, rue de Buffon, n° 61, les samedis.

— Cours des Pêches et Productions coloniales d'origine animale. — M. A. Gruvel, Professeur, a ouvert son Cours le lundi 2 mars, à 17 h. 15, dans l'Amphithéâtre Cuvier (rue Cuvier, n° 57), et le continuera, à la même heure, les lundi et jeudi de chaque semaine.

Le Professeur étudiera : Les richesses marines et fluviales des Etats de Syrie. Leur exploitation. Leur avenir.

La faune marine générale des côtes libano-syriennes et les fonds sous-marins, Organisation rationnelle de la pêche, Réglementation.

Le réseau hydrographiqu des Etats de Syrie. La faune des eaux douces. Organisation de son exploitation. Réglementation de la pêche fluviale.

Le Cours sera accompagné de projections fixes et de vues cinématographiques.

Muséum national d'Histoire naturelle. — Excursion au bord de la mer, a Saint-Servan (du 1er au 5 avril 1931). — M. Mangin, Professeur, Membre de l'Institut et ses collaborateurs M. Fischer, Chef de travaux, pour les animaux ,et M. Hamel, préparateur, pour les algues, dirigeront les excursions en vue de recueillir, de déterminer et d'étudier les différentes espèces d'animaux et de plantes de la mer.

Les observations auront lieu au Laboratoire maritime du Muséum d'Histoire naturelle, dans l'arsenal de Saint-Servan.

Les personnes désireuses de participer à l'excursion devront se faire inscrire au Laboratoire de Cryptogamie, 63, rue de Buffon, jusqu'au mardi 24 mars inclus. L'excursion durera trois jours, non compris le jour du départ et le jour du retour. Rendez-vous à l'arsenal de la Marine, à Saint-Servan, mercredi 1er avril, à 9 heures.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

L'entropie, son rôle dans le développement historique de la thermodynamique, par Brunold. In-8° de 220 pages. Masson, éditeur, Paris, 1930. — Prix : 30 fr.

L'une des conceptions les plus abstraites de la physique, qui a été souvent très mal comprise par ceux qui en ont écrit, est à coup sûr celle de l'entropie. M. Brunold nous montre, dans le livre qu'il vient de lui consacrer, comment elle s'est progressivement, à la suite des recherches de Sadi Carnot sur la transformation de la chaleur en travail et des recherches faites ensuite par Clausius pour mettre les théories de Carnot en accord avec le principe de l'équivalence entre la chaleur et le travail découvert postérieurement.

L'auteur a su mettre nettement en évidence la signification exacte du principe de Carnot qui est un principe d'évolution, alors que le principe de l'équivalence entre la chaleur et le travail est un principe de conservation. Les deux principes se complètent mutuellement. Le principe de l'équivalence montre que, dans toute transformation, quelque chose se conserve que nous appelons l'énergie. Mais en même temps, après une transformation quelconque, il est bien évident qu'un système a éprouvé un changement. C'est ce changement que traduit le principe de Carnot : si la transformation a été spontanée, l'énergie utilisable du système est allée en diminuant.

Toutes ces notions sont clairement développées dans l'ouvrage de M. Brunold qui a été fait d'un point de vue très philosophique et que nous recommandons à tous ceux qui s'intéressent à l'histoire des idées scientifiques et aiment à suivre les répercussions de ces idées sur les tendances de la philosophie.

A. Bc.

Le calcul vectoriel, par Raoul Bricard, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'Ecole Centrale. In-16 de 250 pages (*Collection A. Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr. 50.

Ce petit livre est l'un des meilleurs exposés qui aient été donnés du Calcul vectoriel et fait le plus grand honneur à la Collection Armand Colin. Autour des règles éminemment simples des opérations vectorielles, M. Bricard a su grouper, avec une harmonie parfaite, des applications variées et très substantielles empruntées à la géométrie analytique, à la géométrie infinitésimale, à la mécanique des solides, à l'hydrodynamique, à l'étude des champs newtoniens et en particulier, du champ magnétique. Son livre est destiné à faciliter singulièrement la diffusion des méthodes des vectorielles.

G. Bouligand.

Aviation Naturelle, par G.-L. Taverne. In-8° de 96 pages avec 20 figures dans le texte. Gaston Doin, éditeur. Paris. — Prix : 16 francs.

Cet ouvrage est l'étude biologique et mécanique du vol animal. Comme le fait remarquer M. le Professeur Bourdelle dans sa préface, M. Taverne se révèle très assoupli aux disciplines mathématiques et aux disciplines biologiques, c'est pourquoi son étude séduit les ingénieurs et les naturalistes. Nous l'avons lue avec intérêt, mais nous pensons que c'est peut-être ceux qui se passionnent de biologie, notamtent du nouvement des êtres, qui l'apprécieront le mieux. Nous ne ferns à l'auteur qu'une objection : les lois de la mécanique animale peuvent-elles faire progresser les automobiles ? Si non, comment peut-on espérer d'elles un nouvel avancement de l'aviation ? Tout ce qu'on sait sur le vol des oiseaux paraît avoir été utilisé et l'on a renoncé à poursuivre des essais dans certaines voies où l'on s'était engagé par imitation. Les poissons sont-ils des modèles plus utiles que les oiseaux ? En tout cas, le livre de M. Taverne pose très bien le problème et peut, par conséquent, aider les chercheurs. Ed. M.

L'architecture de l'Univers, par Paul Couderc, astronome stagiaire à l'Observatoire de Paris. Avec une préface de Jean Perrin. In-12 de 168 pages, 8 planches hors texte et 10 figures. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 20 francs.

L'astronomie est restée longtemps classée parmi les sciences mathématiques. Elle recherchait surtout l'étude des mouvements des astres du système solaire et des positions des étoiles sur la voûte céleste. Les problèmes auxquels elle s'attaquait était des problèmes de mécanique. Pour leur solution, elle a indirectement conduit à des progrès considérables dans les méthodes des mathématiques. Depuis une cinquantaine d'années elle s'est attaquée à d'autres problèmes ; elle a pu aborder l'étude de la constitution intime des étoiles et de la structure de l'Univers. Elle a dû pour cela faire appel à de nouvelles méthodes relevant plutôt de la physique. Elle a profité de toutes les découvertes que nous devons aux physiciens sur les propriétés de la matière ; mais observant la matière dans des conditions que nous n'avons pas encore pu réaliser dans nos laboratoires, elle apporte, de son côté, à la physique, par le mouvement d'idées qu'elle fait naître, un concours aussi important que celui qu'elle avait donné dans les siècles passés aux mathématiques. Le rayonnement de l'astronomie n'est pas près de s'éteindre. Aussi les ouvrages consacrés à l'exposé de ses conquêtes se multiplient dans tous les pays.

Le livre de M. Paul Couderc, par la clarté de son style, par l'art avec lequel il sait nous faire pénétrer dans les mystères et saisir les difficultés, par l'étendue des synthèses qu'il traite est incontestablement un des plus agréables à lire. Il passionnera ses lecteurs.

Les premiers chapitres : *Aux fins d'inventaire* et *Quelques généralités*, donnent une vue d'ensemble du monde sidéral, rappellent quelques définitions et quelques faits astronomiques et physiques dont la connaissance est indispensable. Viennent ensuite : *La vie des étoiles*, leur classification, leur évolutions, l'égalisation progressive des masses. *L'étude des systèmes stellaires. L'énigme solaire* importance des Céphéïdes dans notre connaissance de l'Univers ; amas globulaires ; spirales ; étoiles nouvelles ; origine du système solaire, mystère des planètes. *L'âge du monde :* la notion de temps et d'espace en astronomie, l'âge de la Terre, du Soleil, des étoiles ; la position de l'Homme dans l'Univers ; le problème de l'énergie ; la matière dans l'espace interstellaire. *L'état stationnaire de l'Univers et la Relativité.* La mort théorique ; les échappatoires ; l'Univers d'Einstein, et la température de l'espace interstellaire ; la valeur cosmogonique de la Relativité. *Le rayonnement ultra-X et la vie dans l'Univers.* Quanta, mécanique ondulatoire et synthèses actuelles.

Comme on le voit, ce petit livre fait aborder le lecteur à toutes les grandes questions de l'astronomie, de la physique, des destinées humaines. Il le fait avec succès. L'intérêt de son sujet ressortait de lui-même. Mais l'ouvrage est précédé d'une préface de M. Jean Perrin qui voit dans le développement de l'astronomie le triomphe de la Raison humaine sur l'Obscurantisme par lequel, dit-il, les religions asservissent les hommes sous la terreur et les cauchemars de prisonniers malades. D'autres y trouvent, au contraire, la marque de la grandeur du Créateur. Tous les lecteurs de M. Paul Coudere ne pourront que s'associer au vœu final de M. Jean Perrin que, par la création d'un observatoire vraiment moderne, les moyens soient enfin donnés aux astronomes français de participer à l'œuvre de découverte qui se poursuit si fructueusement hors de notre pays. J. B.

Electrothermie appliquée, par G. Flusin. In-8° de 380 pages avec 99 figures (Collection des *Grandes Encyclopédies Industrielles*). Baillière, éditeur, Paris.

« Dans les fabrications électrothermiques, de même que dans les industries chimiques et métallurgiques, les caractéristiques de construction et de fonctionnement des fours, la composition de la charge, les proportions des substances que l'on fait entrer en réaction, les consommations théoriques d'énergie et de matières et, par suite, les rendements, sont déterminés par des calculs qui peuvent parfois être assez longs, mais qui ne sont compliqués qu'en apparence, lorsqu'on sait les conduire avec méthode. »

La première partie de l'ouvrage de M. Flusin est consacrée à l'exposé des règles à suivre pour effectuer ces calculs et utiliser les données expérimentales dont on dispose à cet effet. L'auteur envisage successivement l'utilisation des données thermo-chimiques, la formation des laitiers, le calcul de la charge, la consommation d'énergie électrique et le rendement, les pertes de chaleur dans les fours électriques.

La deuxième partie de l'ouvrage est consacrée au carbone, une des matières premières fondamentales des industries électrochimiques et électrométallurgiques, dans lesquelles il est employé tantôt comme agent pur et simple de réduction, tantôt comme constituant du produit final.

On sait que le four électrique a été mis au point principalement par Moissan qui en a tiré un parti tout à fait remarquable. Dans un tel four, le charbon joue un rôle important ; de même, il arrive souvent que les électrodes qui servent à l'arrivée du courant dans une cuve électrochimique sont en carbone. Aussi l'étude des problèmes qui se rattachent à l'emploi du carbone présente-t-elle un grand intérêt en électrothermie. L'auteur les envisage avec beaucoup de soin. Il étudie successivement les propriétés des diverses variétés de carbone : charbon, diamant, carbone amorphe, graphite, et insiste tout particulièrement sur le graphite artificiel, appelé parfois graphite électrothermique, utilisé pour la fabrication des électrodes en charbon.

Il est inutile de rappeler aux lecteurs de la Revue l'autorité particulière de l'auteur sur les matières qui font l'objet de ce volume. Ils y trouveront rassemblés et clairement mis en œuvre les données les plus importantes sur de nombreux problèmes qui sont à la base des industries électrothermiques. A. Bc.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 6 — 69e ANNÉE — 28 MARS 1931

VERS LA CONQUÊTE DE L'ENERGIE DES MERS[1]

par Georges CLAUDE
Membre de l'Institut

Mesdames, Messieurs,

Je voudrais, avant tout, vous présenter mes excuses.

Je sais quel privilège est pour un conférencier le contact de ces auditoires du Conservatoire des Arts et Métiers, si pleins à la fois d'enthousiasme pour la science et d'amour pour notre cher pays.

Voilà pourtant dix-sept ans que je les néglige! La dernière fois que j'ai parlé ici, en effet, c'était à propos d'air liquide, et quelques mois à peine nous séparaient des tragiques événements dont notre civilisation n'est pas encore remise — et dont elle est peut-être en train de mourir...

Si je remonte beaucoup plus loin encore dans le passé de cette maison, j'y trouve un autre souvenir bien fait pour m'émouvoir. Parmi les auditeurs qui se pressaient ici aux environs de 1850 à la parole des Pouillet, des général Morin, des Payen, un jeune instituteur, venu du fonds des Vosges pour alourdir son bagage scientifique, se distinguait bientôt au point d'être l'un de vos plus brillants lauréats. Ce jeune instituteur, c'était celui à qui je dois le meilleur de ma formation scientifique et intellectuelle, mon père. Raison de plus, n'est-ce pas, pour rendre décidément inexcusable mon silence de dix-sept années. Mais vous savez quels esclaves, hélas! l'industrie fait de ceux qu'elle aggrippe — et c'est encore bien pire quand la manie de l'invention les talonne, par surcroît.

Vous savez que cette fois, c'est à Cuba que ladite manie m'a expédié. Non pas, comme on l'a dit, pour y capter la force des vagues ou des marées, car nous avons chez nous ce qui se fait de mieux en ce genre, mais pour y tirer parti d'un des faits les plus curieux de la physique du globe. Vous devinez que je parle de ce phénomène qui, dans les mers tropicales, par la collaboration vraiment paradoxale du soleil et des pôles, maintient une différence de températures importante et quasi invariable entre les eaux superficielles, chauffées par le soleil entre 25 et 30°, et les eaux profondes, qu'une lente circulation sous-marine venant des pôles maintient aux environs du point de congélation de l'eau, soit 4 à 5° par 1.000 m. de fond.

Comment utiliser ce fait? Car il n'y a pas de doute, n'est-ce pas, qu'on peut l'utiliser. Le principe de Carnot nous l'apprend : il nous affirme qu'avec cette différence de températures on peut produire du travail. Seulement, il ne dit pas si, pratiquement, l'opération sera bénéficiaire, si, même étant bénéficiaire, le jeu « en vaudrait la chandelle ». Or, il n'y a eu à peu près qu'un cri parmi les techniciens pour dire que non et non, pour affirmer que j'étais fou.

(1) Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 18 janvier 1931.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Cet aimable compliment ne m'a jamais impressionné beaucoup au cours de ma carrière : il devait d'autant moins m'inquiéter pour cette fois que si vraiment il me fallait aller à Charenton, ce serait du moins dans la compagnie très appréciable de mon ami Boucherot, qui, vous le savez, s'est embarqué sur le même bateau.

Eh bien, pour utiliser ce fait, il nous a suffi de nous rappeler que l'eau, comme tout liquide, bout à une température d'autant plus basse qu'est plus petite la pression qu'elle supporte. Ce fait étant à la base de notre système, il importe de le bien comprendre, et, heureusement, çà n'est pas difficile.

Sous l'effet de la pression atmosphérique, de cette pression qui charge d'un formidable poids de 1.000 kilog. chaque m² de l'eau d'une chaudière, les bulles de vapeur qui constituent le phénomène de l'ébullition ne peuvent naturellement se former et grossir en surmontant cette pression, que si on leur donne la force élastique nécessaire pour vaincre cette pression, et vous savez qu'il faut pour cela chauffer l'eau à 100° ; de sorte que sous la pression atmosphérique, l'eau bout à 100°. Mais si on diminue la pression qui pèse sur cette eau en pompant l'air de la chaudière, c'est-à-dire en y faisant le vide, vous comprenez bien que les bulles de vapeur n'auront plus besoin d'autant de force élastique pour vaincre cette pression ainsi diminuée, de sorte que l'ébullition se produira à une température d'autant plus basse que le vide sera plus grand. Avec un très bon vide on arrive même à faire bouillir la glace ou, du moins, un mélange d'eau et de glace, de sorte qu'au risque de méduser ceux qui ont la petitesse d'esprit de croire que l'eau bouillante est forcément brûlante, si vous tombiez dans cette eau bouil-

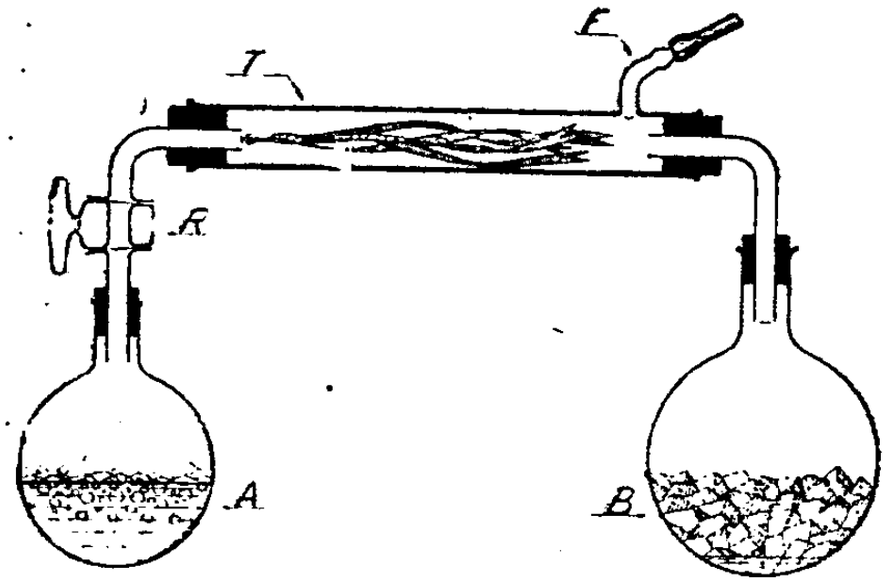


Fig. 1. — Expérience expliquant le procédé Claude-Boucherot

lante-là, au lieu d'y être brûlé vif, vous y attraperiez une bonne fluxion de poitrine.

Et alors, vous comprenez que ce n'est qu'un jeu de faire bouillir, non pas de l'eau glacée, mais l'eau relativement très chaude de la surface des mers tropicales.

Le ballon de gauche A (fig. 1) contient de l'eau tiède à 30°, pour remplacer l'eau de surface des mers tropicales. Le ballon de droite B contient de la glace, pour remplacer l'eau froide du fond des mers. Les deux ballons sont reliés par un robinet R et par un tube T contenant un flot de rubans. Par la tubulure F nous faisons le vide dans cet ensemble à l'aide de cette pompe. Si maintenant j'ouvre le robinet R pour faire communiquer les deux ballons, l'eau tiède va se mettre à bouillir sous l'effet du vide, et vous verrez qu'elle y va de tout cœur, si j'ose dire, et non pas à regret comme vous pourriez le croire, ses vapeurs allant à mesure se condenser dans la glace en produisant dans le tube T un violent courant gazeux que révèle l'agitation du flot de rubans.

Supposez qu'à la place du flot de rubans je mette une turbine, cette turbine tournera et donnera la force motrice.

Eh bien, dans la pratique, nous ne faisons pas autre chose pour faire bouillir l'eau chaude de la mer cubaine, sauf qu'au lieu de condenser ses vapeurs dans la glace, nous la condenserons dans l'eau très froide venue des profondeurs. Voici (fig. 2) un schéma de réalisation pratique.

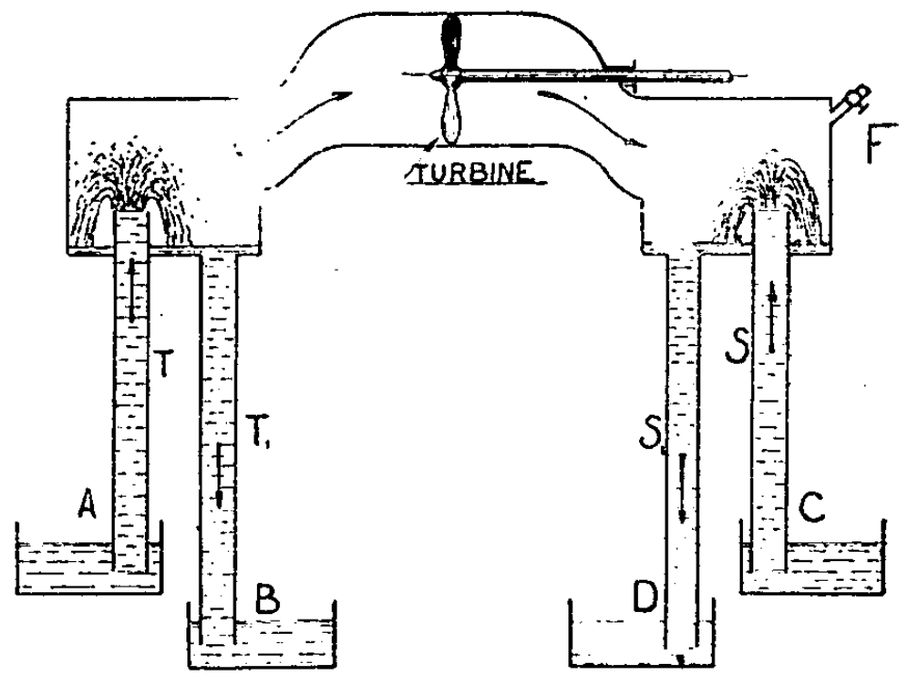


Fig 2. — Schéma de réalisation pratique du procédé Claude-Boucherot

Un tube T plonge dans l'eau tiède de surface du récipient A et se termine 10 mètres plus haut dans un récipient clos M, du bas duquel part un autre tube T_1, qui va à un second vase B contenant aussi de l'eau à un niveau inférieur. Par le tube F, faisons le vide dans M. Poussée par la pression atmosphérique, l'eau tiède de A monte de 10 m. dans T ; elle pénètre donc dans M et, s'y trouvant dans le vide, se met à bouillir, et ce avec violence, comme vous le savez maintenant, en une sorte d'explosion, chaque goutte, point capital, apportant avec elle sa provision de chaleur, sans qu'aucune laborieuse transmission de chaleur à travers une paroi de chaudière soit nécessaire, donc quelque sale que puisse être cette eau de surface, la vapeur pro-

«duite allant se condenser en N, comme on va le voir, à mesure de sa production.

Mais pour bouillir, l'eau a besoin, comme vous savez, d'une quantité de chaleur énorme,

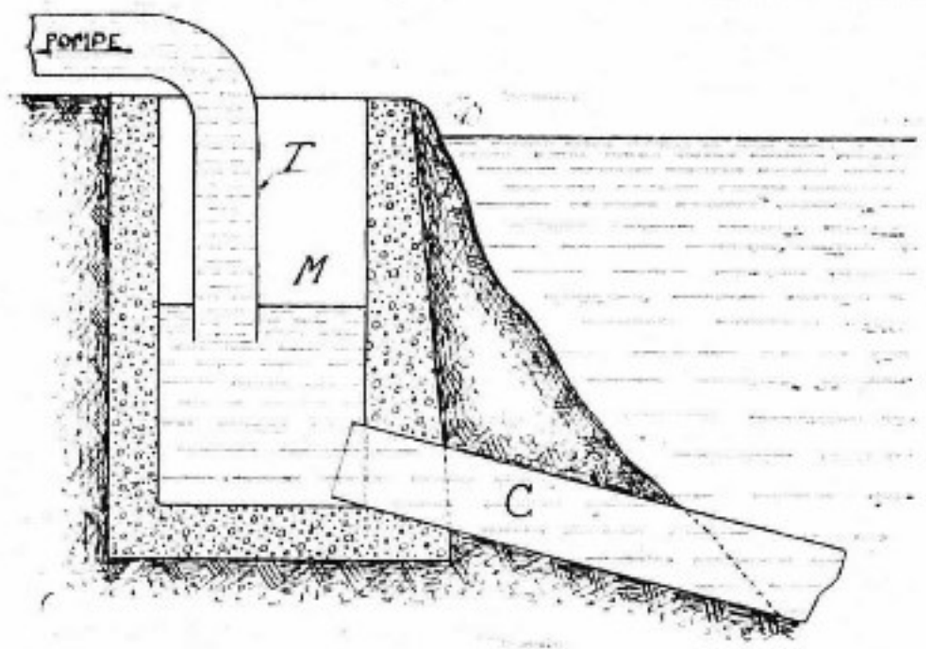


Fig. 3. — La conduite sous-marine C aboutit à un puits M dans lequel un tube T muni d'une pompe vient puiser l'eau froide.

plus de 600 calories par kilog. de vapeur formée. Il lui faut prendre cette chaleur-là où elle est... comme disent nos députés à propos d'autre chose !

Donc, l'eau qui se vaporise doit puiser cette

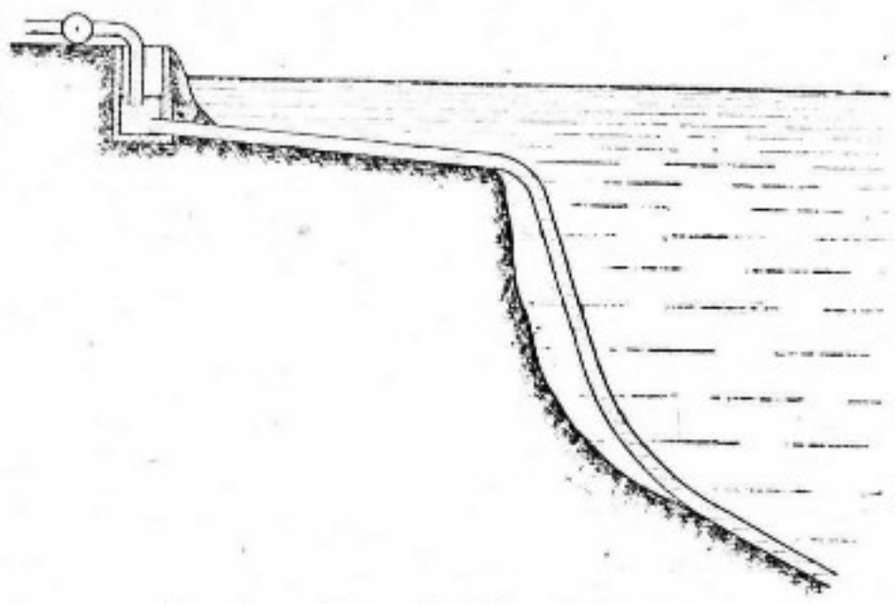


Fig. 4. — Le puits d'eau froide
Le tube et la falaise sous-marine

«chaleur dans l'eau qui ne se vaporise pas. Cette dernière se refroidit donc, son ébullition ne peut donc persister, et s'épuise au contraire du coup en cette explosion initiale. L'eau ainsi épuisée redescend par le tube T_1 grâce à la différence de niveau entre A et B (qui peut être remplacée par une pompe dans la colonne T) et est remplacée par de nouvelles quantités d'eau tiède, et ainsi de suite. En sorte que, grâce à cette circulation, l'ébullition persistera tant qu'il y aura dans la mer de l'eau chaude pour produire la vapeur et de l'eau froide pour la condenser dans un système barométrique analogue N. Or, de l'eau dans la mer, il y en aura vraisemblablement plus longtemps que de la houille dans les houillères ou du pétrole dans les champs du Mexique ou du Venezuela.

En résumé, une première chambre barométrique où sous l'action du vide l'eau tiède de surface bout violemment et continuellement, une seconde chambre où la vapeur produite dans la première va se condenser au contact de l'eau froide du fond, cette vapeur se précipitant à travers le canal de communication à une vitesse considérable comme vous le montrait tout à l'heure le flot de rubans. Eh bien, répétons-le, si dans cet ouragan on place une turbine, cette turbine tournera et donnera de la force motrice.

C'est tout. Seulement, on prétendait que c'était tout, en effet ; que cette force motrice serait insignifiante, bien inférieure à celle nécessaire pour pomper l'eau froide, pomper l'eau chaude, extraire les gaz dissous. Or, nous avons

Fig. 4 *bis*. — Vue de l'usine.

démontré que bien loin d'être d'une application précaire et tirée par les cheveux, la vapeur ainsi produite paraît avoir été créée et mise au monde pour actionner des turbines ; il est aisé de calculer que, malgré la faiblesse extrême de la différence de pressions entre la chaudière et le condenseur, soit 0,02 atm., la légèreté de cette vapeur lui promet de circuler entre eux à une vitesse de 4 à 500 mètres par seconde, vitesse justement capable d'imprimer à la plus simple des turbines, celle à une seule roue, la vitesse optimum très favorable de 200 à 250 mètres/seconde. Et le travail produit est si considérable qu'il équivaut à faire tomber l'eau tiède employée pour produire la vapeur d'une hauteur de 100 mètres, bien supérieure à celle des chutes du Niagara, et de 75 mètres toutes défalcations faites du travail de pompage de l'eau et d'extraction des gaz. On verra tout à l'heure que mes résultats de Matanzas confirment ces espérances et permettent de compter, avec un écart de températures de 24°, sur une puissance brute de 650 Kw. par mètre cube d'eau froide par seconde. Si bas qu'il soit tombé en dégringolant ainsi dans les micropressions, l'auteur

des hyperpressions n'a donc pas à rougir d'être tombé si bas, tant il est vrai qu'il y a à faire dans tous les compartiments de la science.

Dans ces conditions-là, ne vous étonnez plus de mon mépris actuel pour les marées, pour ces pauvres marées qui, même dans les parages entre tous privilégiés du Mont Saint-Michel, ne peuvent donner *au plus* et avec quelle déplorable irrégularité, que le travail moyen de

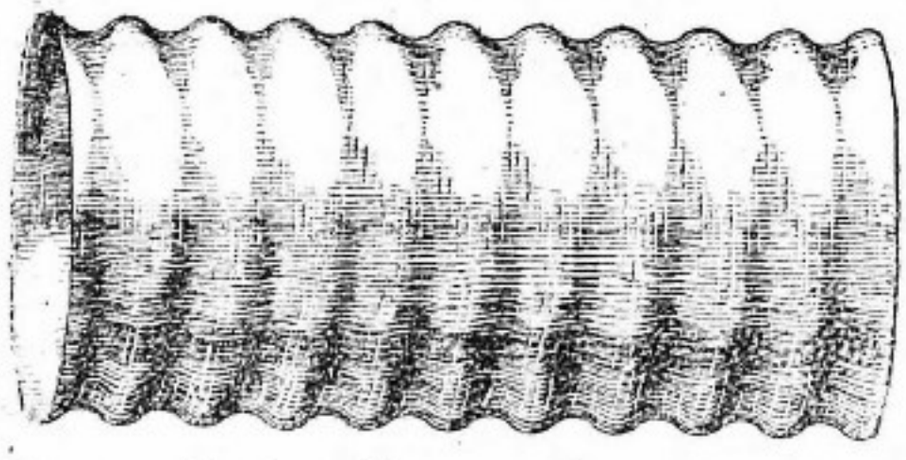


Fig. 5. — Tuyau en tôle ondulée.

3 mètres de chute, 3 mètres au lieu de 75 ! Il est vrai que le Mont Saint-Michel n'est pas à Cuba...

On remarquera ici que si l'eau froide du fond arrivait directement du tuyau de remontée dans le condenseur, en raison de l'énorme masse en mouvement dans le tuyau, elle pourrait pro-

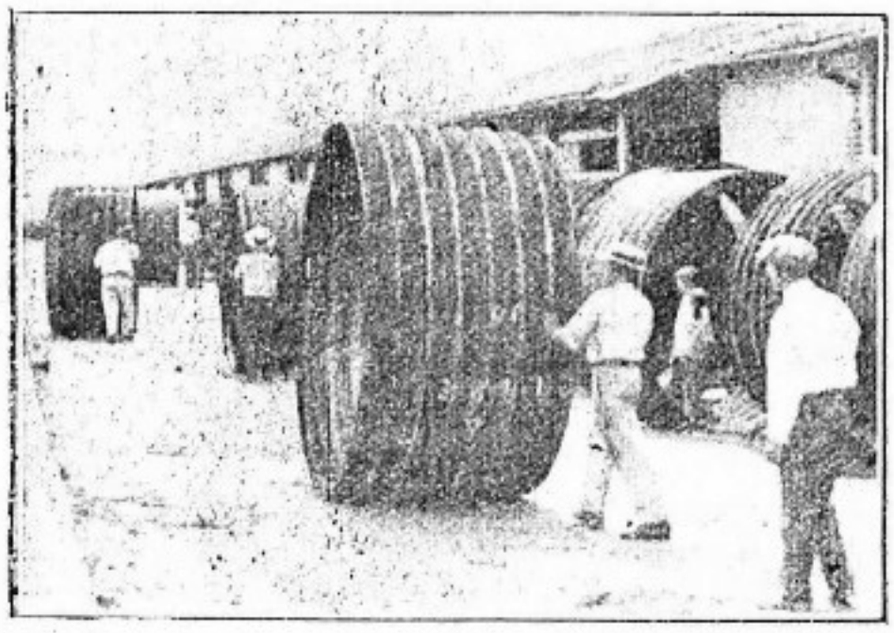


Fig. 5 *bis*. — Manutention des viroles en tôle expédiées de France

duire des coups de béliers formidables à chaque variation de régime.

Nous avons donc imaginé de faire aboutir le tuyau dans un puits (fig. 3) placé à côté ou au-dessous de l'usine et dans lequel plonge la colonne barométrique d'eau froide munie de sa pompe de réglage. Ainsi, les variations de régime se traduiront simplement par des variations de niveau dans ce puits. Lorsque le régime est établi, le niveau dans le puits est, bien entendu, inférieur au niveau de la mer, la dépression étant due pour une part à l'excès de densité de la colonne d'eau froide dans le tube et, pour le reste, à la perte de charge, et c'est cette dépression qui entretient la montée de l'eau du fond. De mes essais de Matanzas, il résulte que dans les grandes installations futures, la somme de ces deux effets sera une dépression totale de 2 m. 50 au maximum. Ainsi n'y aura-t-il à pomper l'eau froide qu'à 2 m. 50 au-dessous du niveau de la mer et non pas à 1.000 mètres comme l'annonçaient de distingués spécialistes qui n'avaient oublié, ceux-là, que le principe des vases communiquants.

D'ailleurs, comme vous savez, on en a dit sur notre compte de toutes les couleurs. Au sujet, par exemple, de cette même remontée de l'eau froide, M. Drosne a imaginé que: l'eau de surface, plus légère, descendrait dans les profondeurs au mépris des lois de la pesanteur pour venir s'engouffrer dans notre tuyau, qui ne remonterait ainsi que de l'eau chaude, de

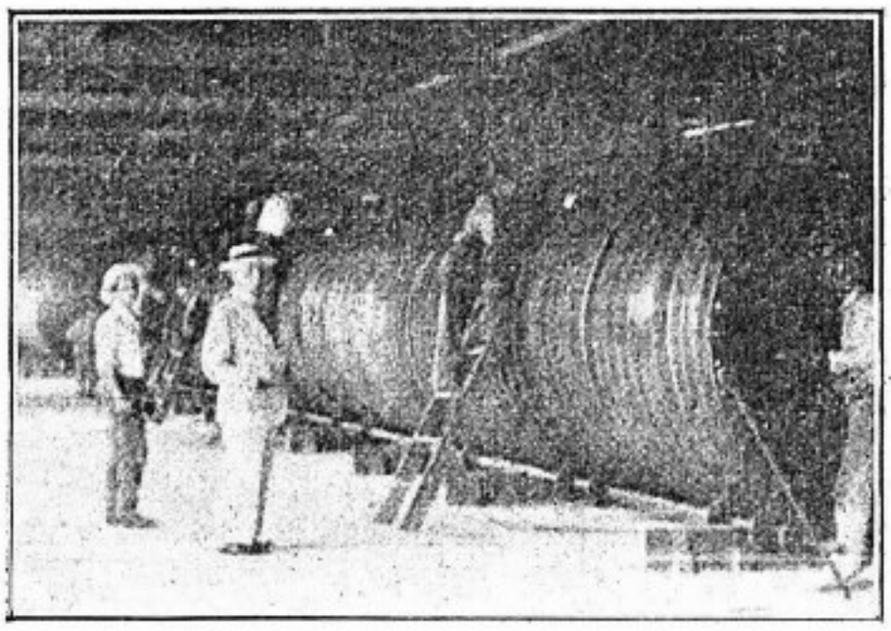


Fig. 6. — Fabrication par soudure autogène des éléments de tube de 22 mètres.

sorte que dans mon malheur, j'aurais ainsi l'honneur de perturber profondément tout à la fois les lois de la *gravité* — ce qui doit être particulièrement grave — et la distribution des températures dans la mer. Si l'on considère pourtant qu'avec son diamètre de 10 m., le tuyau de ma prochaine installation de 25.000

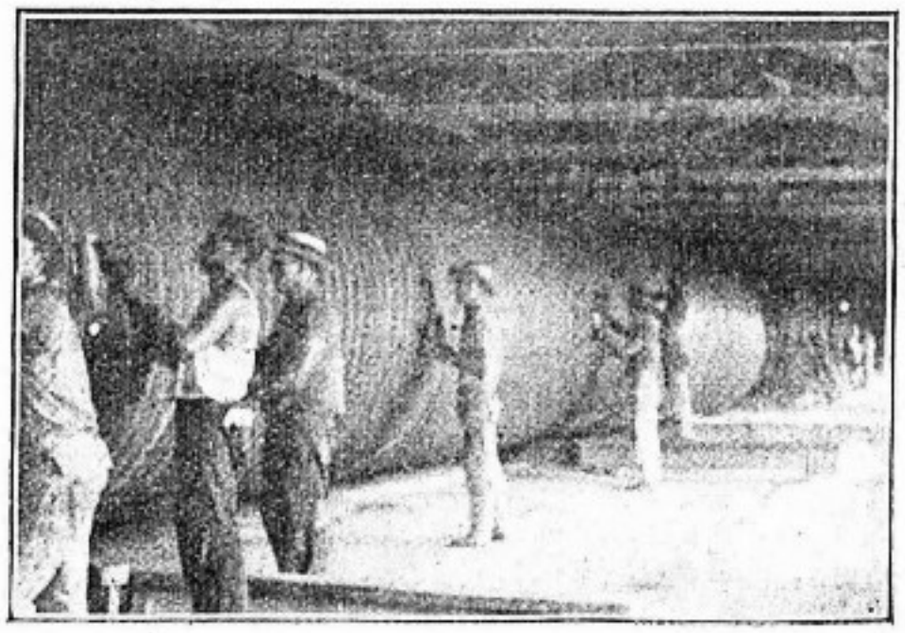


Fig. 7. — Peinture d'un élément.

kilowatts remontera tout en gros de 1.000 mètres, *en un an*, 2 modestes kilomètres cubes d'eau, 2 gouttes de l'océan immense — car l'homme est bien petit en face de la Nature — et que, par suite, l'eau de surface, à supposer qu'elle voulût bien descendre, mettrait *des mois* à parvenir au bout du tube, on doit admettre qu'elle y arriverait *froide*, même si M. Drosne avait raison...

Un point important et sur lequel je désire insister ici, est qu'en raison de la faiblesse extrême de la pression de la vapeur motrice, il faut naturellement, pour obtenir les résultats précédemment indiqués, perdre le moins possible de cette pression en pertes de charge sur le parcours de la vapeur. Perdre 0,01 ou 0,02 atmosphère serait insignifiant dans toute autre application connue de la vapeur à la production de la force motrice : ce serait *indamissible* ici, puisque cela représenterait la presque totalité de la différence de pressions disponible.

Il semble pourtant d'autant plus difficile d'éviter cette perte que les volumes de vapeur débitée pour une puissance donnée sont ici *formidables*, du fait à la fois de la très faible pression, 1 kg. de vapeur occupant au moins 30 mètres cubes, et de la faible efficacité de cette vapeur, dont il faut, par conséquent, des torrents pour faire la moindre quantité d'énergie.

Nous avons pensé pourtant que comme il arrive souvent, le mal porte en soi son remède. Cette faiblesse même de la différence entre la pression motrice et la pression au condenseur, soit environ 0,02 d'atmosphère, permet, en effet, de placer la chaudière, la turbine et le con-

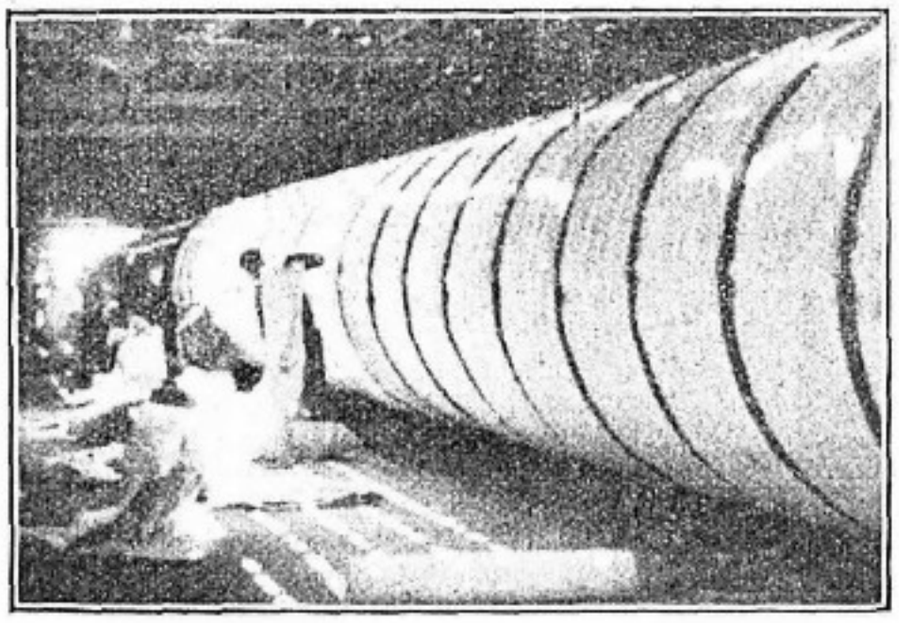


Fig. 8. — Calorifugeage des tubes.

denseur dans une enceinte unique supportant la pression atmosphérique, en les séparant simplement entre eux par de minces parois ; on supprime donc purement et simplement les canalisations intermédiaires, ainsi que la perte de pressions qu'elles entraîneraient.

Outre ce gain de pression, on conçoit quelle simplification énorme cette considération peut apporter dans les dispositions et dans le coût de l'usine.

Si l'on doit se préoccuper de tirer le plus possible de l'énergie de la vapeur, on doit avoir un égal souci de réduire au minimum les dépenses d'énergie nécessaires.

De ces dépenses, les plus importantes sont les

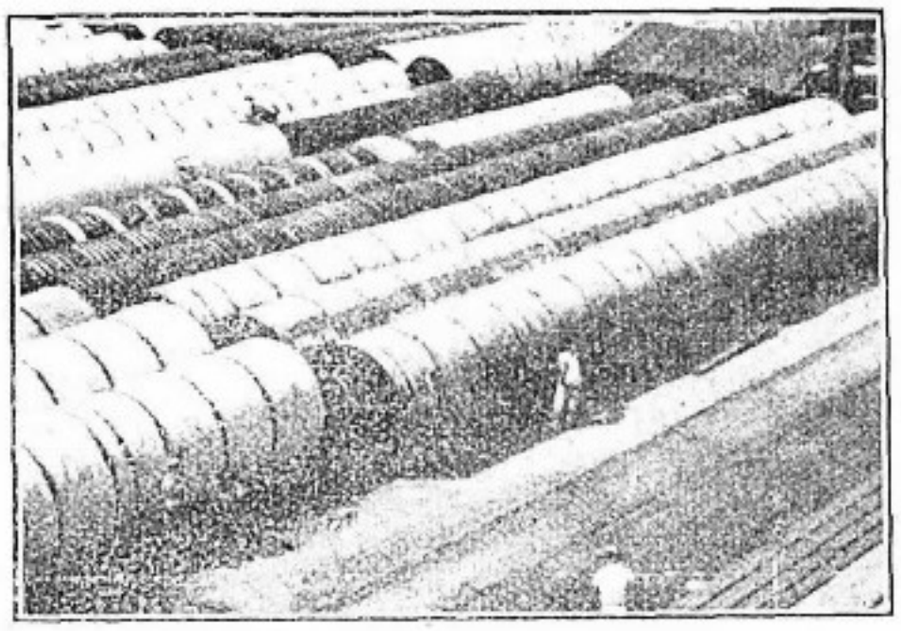


Fig. 9. — Parc aux tubes, Quai de la Meuse Liue

dépenses de pompage de l'eau froide et de l'eau chaude. Elles sont faciles à calculer connaissant les valeurs de la dépression dans le puits que j'ai indiquées tout à l'heure : on peut les évaluer pour la pratique, à moins de 20 o/o de l'énergie totale produite.

Si on y ajoute pour l'extraction des gaz dissous non pas 100 o/o de l'énergie produite comme on l'a généreusement prétendu, mais 7 o/o comme je l'ai montré, nous arrivons à un total de 25 o/o pour l'énergie dépensée. Il en résulte que les 3/4 de l'énergie fournie par la turbine, sans doute les 4/5 dans les grandes stations *resteront disponibles*, soit 500 *kilowatts* nets par mètre cube par seconde, possibilité magnifique qui ouvre à l'industrie humaine la source d'énergie la plus formidable qui soit encore à sa disposition. Hélas ! sera-ce un bien pour elle ? On peut douter de tout à cette époque, où tout ce qui pourrait servir au bien de l'humanité se tourne bientôt contre elle...

On sait comment j'ai réussi à confirmer tous les principes qui viennent d'être exposés en construisant à mes frais, mais avec la précieuse collaboration de mes amis d'Ougrée, une installation dans laquelle une turbine à vapeur a pu développer une puissance brute de 60 kilowatts sous l'effet de deux courants d'eau de 200 litres/seconde, chacun présentant un écart de température de 20°. L'eau froide était puisée dans la Meuse, l'eau tiède était l'eau de refroidissement des hauts fourneaux d'Ougrée. Restait à voir si le problème d'aller chercher l'eau froide au fond de la mer était aussi chimérique qu'on voulait bien me le dire, et si,

chose plus intéressante, de grosses difficultés, par exemple la formation de mousses abondantes pendant l'ébullition — en raison de la viscosité de l'eau de mer — ne se révèleraient pas comme de graves obstacles.

Cette fois, je dus prier mes amis français, belges, américains, de m'aider ; déjà mis en confiance par le succès d'Ougrée, ils n'hésitèrent pas à me donner l'argent et la *carte blanche* que je leur demandais pour une entreprise aussi aventureuse. J'ai été d'autant plus touché de cette confiance que les essais que j'avais conçus, je dois y insister, étaient d'une échelle et d'un prix qui pouvaient paraître bien disproportionnés au but à atteindre.

Par exemple, on ne sait pas encore construire de grandes turbines fonctionnant sous de si faibles pressions. Il faudrait donc me contenter de ma turbine d'Ougrée, seulement capable de 50 Kw. sous 20°. Cependant, un tuyau

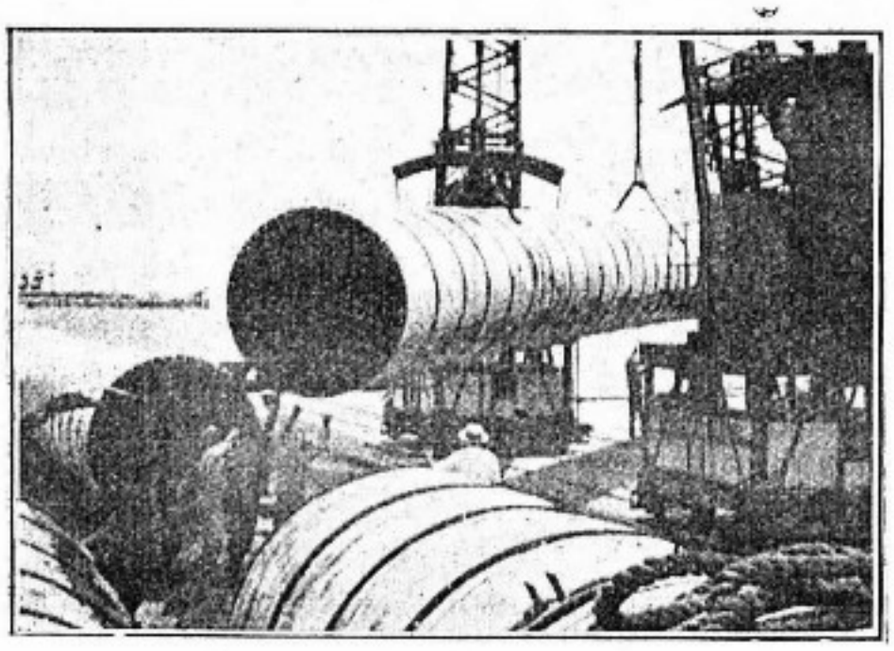


Fig 10. — Manœuvre des tubes au Quai de la Munsterline.

très gros, très coûteux, serait nécessaire pour alimenter cette petite turbine. En effet, il serait évidemment bien inutile d'aller chercher l'eau froide au fond des abîmes, si elle devait arriver chaude à la surface. Or, si le tuyau avait seulement les dimensions requises pour alimenter la turbine, soit 50 ou 60 cm. de diamètre, on ne pourrait pas l'isoler, le calorifuger assez pour éviter le presque complet réchauffement de l'eau durant son ascension. En outre, les pertes de charge seraient prohibitives. D'où la nécessité d'employer un tube de 2 mètres de diamètre et de 2 kilomètres de long, pesant 400 tonnes, avec des pompes capables de son débit total, *dix fois* trop fort pour la turbine, de telle sorte que les *neuf dixièmes* de l'eau remontée à grands frais devraient être aussitôt rejetés à la mer, et c'est seulement à ce prix que je pourrais limiter à 1 ou 2 degrés la perte de température.

Pour ces raisons et d'autres du même ordre, mon usine d'expériences était condamnée dès avant sa naissance — et je n'ai pas manqué de le dire l'année dernière, dans la conférence que j'ai faite à l'Ecole Polytechnique, sous la présidence de l'éminent et regretté M. Rateau — elle était condamnée, dis-je, à dépenser beaucoup plus d'énergie qu'elle n'en produirait jamais et à provoquer ainsi la joie de ceux qui ne comprendront jamais qu'il y a tels cas où il peut être éminemment intéressant de dépenser 100 kilowatts pour en produire 25.

Telles furent, pourtant, les conditions dans

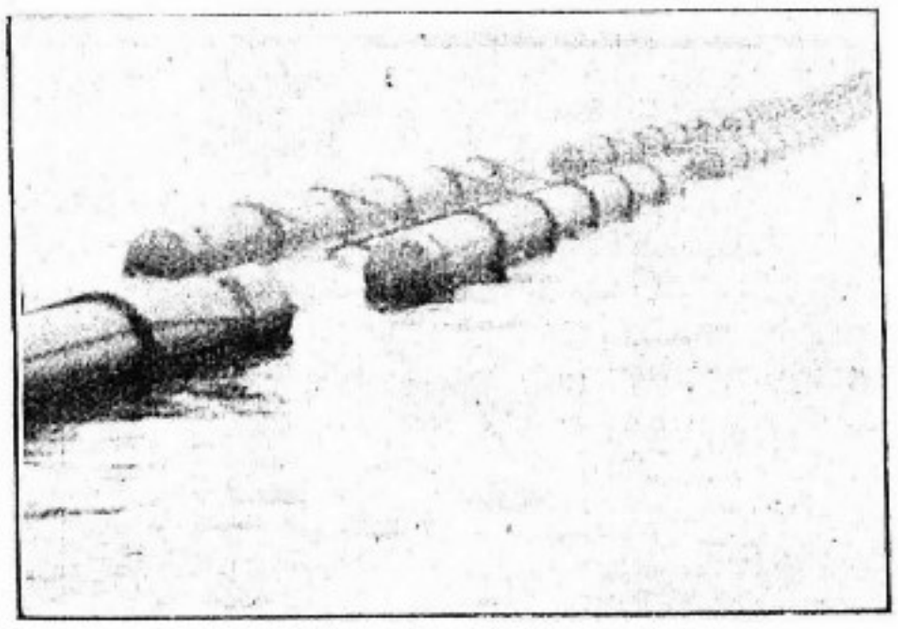


Fig. 11 — Construction d'une estacade protectrice.

lesquelles mes amis acceptèrent de m'aider, sans aucun espoir de succès industriel immédiat, et c'est dans ce seul but que mes collaborateurs et moi avons eu à trimer plutôt dur pendant deux années.

Il s'agissait, dès lors, pour moi de transporter mon installation d'Ougrée à un point des

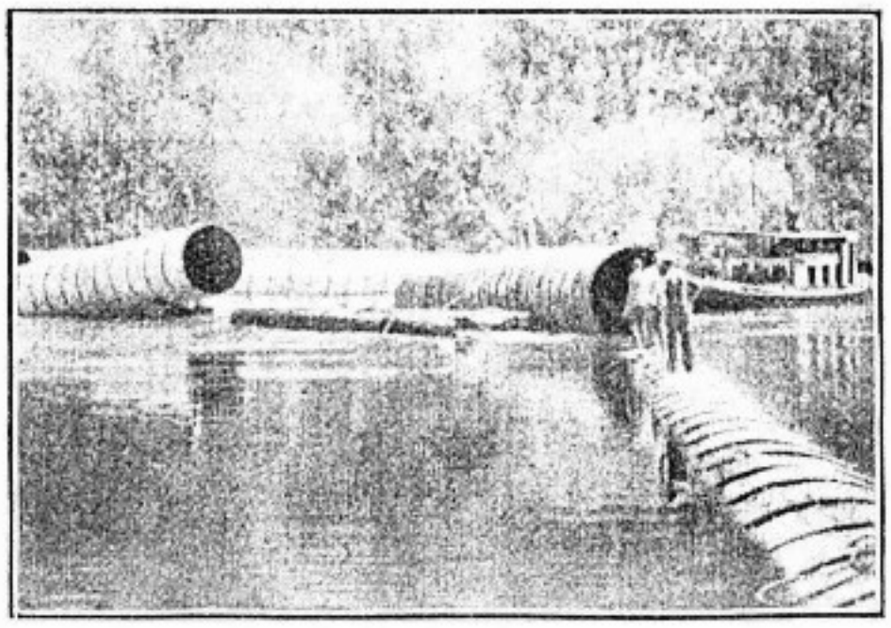


Fig. 12. — Transport sur flotteurs et déchargement des éléments de tube au Rio Canimar.

côtes tropicales où je pourrais la mettre en relation par un tube convenable avec les eaux profondes. La nécessité de trouver ces eaux profondes à peu de distance des côtes me fit choisir Cuba, où j'eus d'ailleurs la satisfaction d'être chaleureusement accueilli.

Dès la fin de 1928, la recherche d'un emplacement convenable pour l'usine, entreprise par mon yacht *Jamaïca* me procure bientôt une

première déception, ma déception n° 1 : j'en ai eu assez pour avoir le droit de les numéroter. Je veux parler de la présence, qui paraît très générale autour de l'île, d'une haute falaise sous-marine qui, à 2 ou 300 mètres de la côte et à 20 ou 40 mètres au-dessous de la surface, s'enfonce quasi verticalement de 100 ou 200 m. Le tube, au lieu de pouvoir reposer dans toute sa longueur, comme je l'espérais, sur le fond de la mer assez généralement fort régulier, devra donc plonger du bord de la falaise dans l'abîme (fig. 4), à la manière d'une immense arche flottante, et les difficultés de réalisation vont s'en trouver de beaucoup augmentées.

D'un autre côté, ma préoccupation d'éviter au tube la poussée inconnue des courants sous-marins, très à craindre sur ces côtes que balaie le Gulf Stream, cette préoccupation me conduit à fixer l'emplacement de l'usine dans la baie de Matanzas, à 100 km. à l'est de la Havane, bien que la profondeur y soit regrettablement faible, inférieure à 700 mètres à l'endroit choisi.

L'emplacement ainsi fixé, l'usine (fig. 4 *bis*), le puits d'eau froide où devra aboutir la conduite sous-marine et la tranchée de protection de celle-ci sont exécutés dans la première moitié de 1929. Pendant ce temps, à Matanzas même, commence la fabrication du tube. Ce tube devant reposer

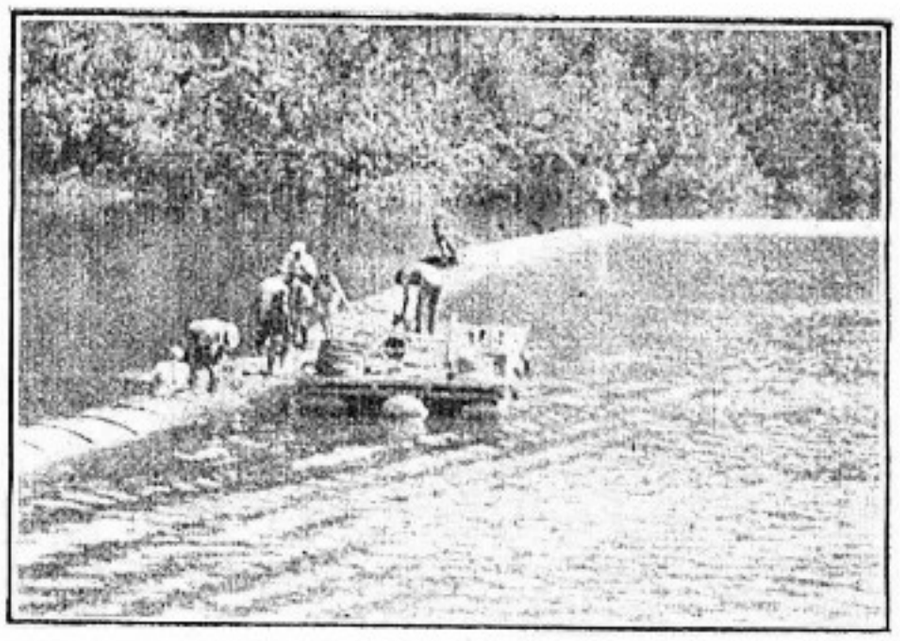


Fig. 13 — Jonctionnement des éléments flottants par des scaphandriers.

sur le fond de la mer doit épouser sa forme ; il aura donc l'échine très souple — en quoi d'ailleurs, il ne me ressemblera pas —. Devant, d'autre part, travailler sous une dépression de 2 ou 3 mètres, comme je vous l'ai montré tout à l'heure, il devra donc présenter une grande résistance à l'écrasement. Ces deux conditions en apparence contradictoires, grande flexibilité longitudinale, grande résistance à l'écrasement ont été conciliées en constituant le tube en tôle ondulée (fig. 5) à la façon des fûts de carbure de calcium. Les éléments expédiés de France par la *Soudure autogène française*, sous la forme de cylindres de 2 m. de diamètre et de 3 mètres environ de long (fig. 5 *bis*) sont assemblés à Matanzas par soudure autogène en éléments de 22 mètres de long. Travail considérable puisqu'il s'agit de réaliser une canalisation de 2 mètres de diamètre et 2 kilomètres de long pesant plus de 400 tonnes.

Ce travail est exécuté dans les bâtiments de la Douane de Matanzas, aimablement mis à notre disposition par le gouvernement (fig. 6, 7, 8). Les éléments de 22 mètres à mesure de leur terminaison sont transportés au Wharf de la Munson Line (fig. 9), deux kilomètres plus loin, s'accumulant à cette place en attendant le montage du tube dans les eaux de la baie (fig. 10).

Ces éléments, en effet, devaient être assemblés entre eux dans l'eau par brides et joints

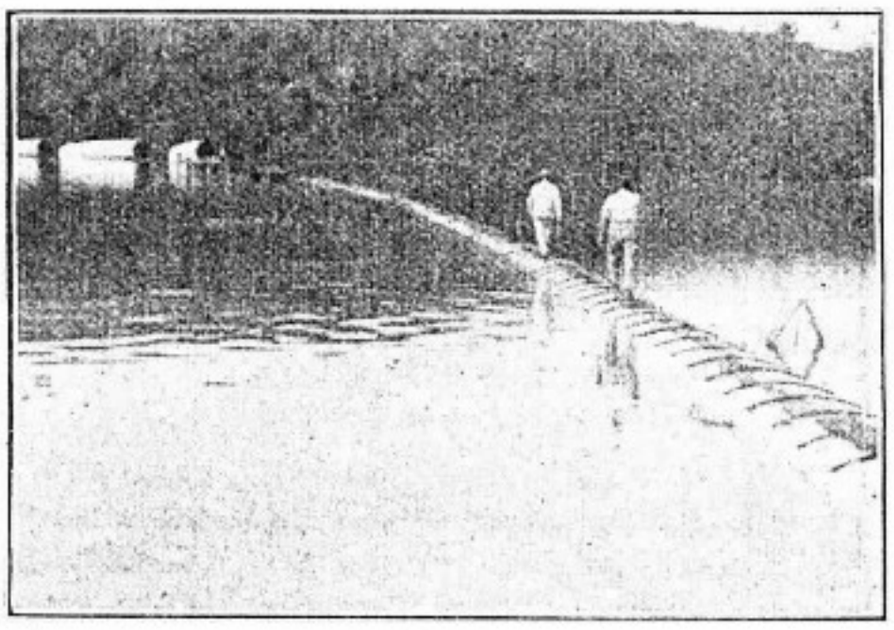


Fig. 14. — Vue du tube flottant à la surface du Rio Canimar.

de caoutchouc, maintenus à la surface par des flotteurs, le tube terminé devant être ensuite remorqué vers l'usine, distante de 8 kilomètres, pour y être immergé.

Je comptais donc faire ce montage en vitesse, au dernier moment, dans ces eaux du fond de la baie, dont on m'avait vanté la tranquillité durant la belle saison.

Un jour, ces eaux si calmes se fâchèrent et envoyèrent au fond quelques centaines de mètres de mon tube.

Il fallait trouver autre chose. Ce fut une gigantesque estacade (fig. 11) composée de doubles flotteurs d'acier destinés à briser l'agitation superficielle des eaux. Derrière cette barrière, semblait-il, le jonctionnement des éléments pourrait s'effectuer tranquillement. Hélas ! en dépit d'une amélioration notable, un autre accès de colère des eaux de la baie vint me convaincre qu'il n'y avait rien à faire dans cette voie, et ce second échec ne manqua pas de m'affecter profondément ; car la mauvaise saison, la saison des cyclones approchait à grands pas, et les cyclones ne plaisantent pas à Cuba. Que faire !

Or, à quelques kilomètres de là, sur la rive orientale de la baie, débouche une rivière importante, le rio Canimar. J'eus l'idée de mon-

ter le tube à toute vitesse dans les eaux du rio, avant l'arrivée de la mauvaise saison et à l'abri des flots, des flots marins tout au moins, assez en amont dans la rivière, en effet, pour que l'agitation marine ne s'y fît pas sentir. Les méandres de la rivière sont très accentués, mais je ne m'en inquiétai pas, sûr que la flexibilité de mon tuyau ondulé lui permettrait de s'inscrire aisément dans lesdites sinuosités — et vous

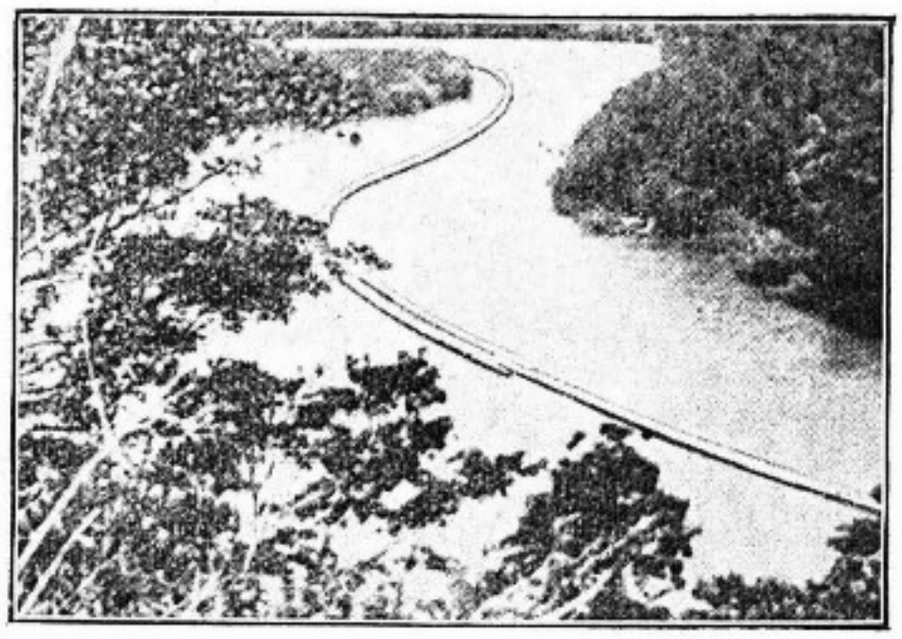


Fig. 15. — Tube flottant à la surface du Rio Canimar, vu du haut des falaises

verrez que l'événement me donna raison sur ce point. Mais il fallut tout d'abord draguer la barre de sable fermant l'entrée de la rivière, large de 250 mètres ; il fallut ensuite transporter les tubes en caravane à travers la baie large de 6 kilomètres, sous la crainte perpétuelle de leur naufrage en cas de mauvais temps, à l'aide de flotteurs d'acier spécialement construits, — et effectivement, il en naufragea quelques-uns — puis décharger ces immenses morceaux de tubes dans les eaux du rio par des moyens d'abord primitifs, puis plus perfectionnés (fig. 12). Il fallut enfin que des scaphandriers connectent, réunissent par brides et joints de caoutchouc tous les éléments immergés (fig. 13), réalisant ainsi, de proche en proche, un immense train flottant à la surface de la rivière (fig. 14 et 15).

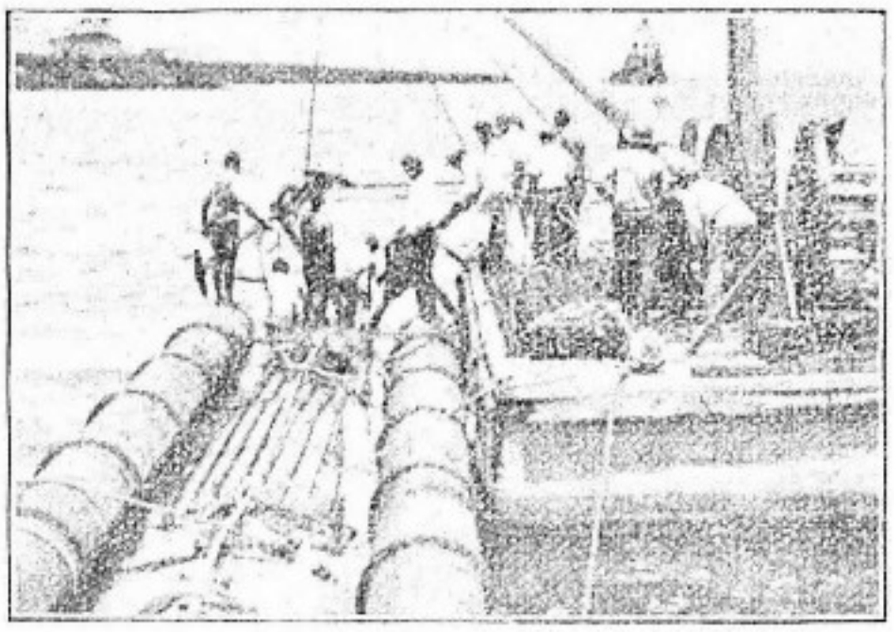


Fig. 16. — La tête de la conduite est amenée à l'embouchure de la rivière.

Cet énorme travail, grâce au dévouement de mon personnel, fut exécuté en moins de deux mois parmi les pires difficultés. Si, en effet, nous n'avions plus à craindre l'agitation des flots, nous étions, en revanche, à la discrétion des courants de marée montant ou descendant le cours de la rivière, et de ceux encore plus violents causés par les orages torrentiels qui, *chaque après-midi*, trempaient jusqu'aux os les travailleurs. Continuellement, les amarres se rompaient sous les efforts localisés et constamment changeants de ces courants. Plusieurs fois, arrivant dans la rivière à la pointe du jour, nous avions la rage de voir 3 ou 400 mètres de tube échoués sur une rive durant la nuit, et il fallait des jours pour les remettre à flot. Finalement, je me vis obligé de fixer le tube au milieu de la rivière en l'amarrant solidement à d'énormes blocs de béton coulés au fond de place en place.

Tout de même le tube se termina : le 28 août 1929, il fut tiré heureusement, à l'aide d'un cabestan jusqu'à amener sa tête à la bouche même du Canimar (fig. 16) de manière à le dégager le plus possible des méandres du rio et n'avoir plus qu'à le remorquer, qu'à s'élancer à travers la mer au moment opportun, en direction de l'usine, distante de 7 kilomètres, où il serait immergé. Mais, à partir de ce moment, sa tête étant maintenant en contact avec la mer, celle-ci redevenait l'ennemi redoutable, capable de disloquer les premiers éléments du tube au premier coup de vent du Nord.

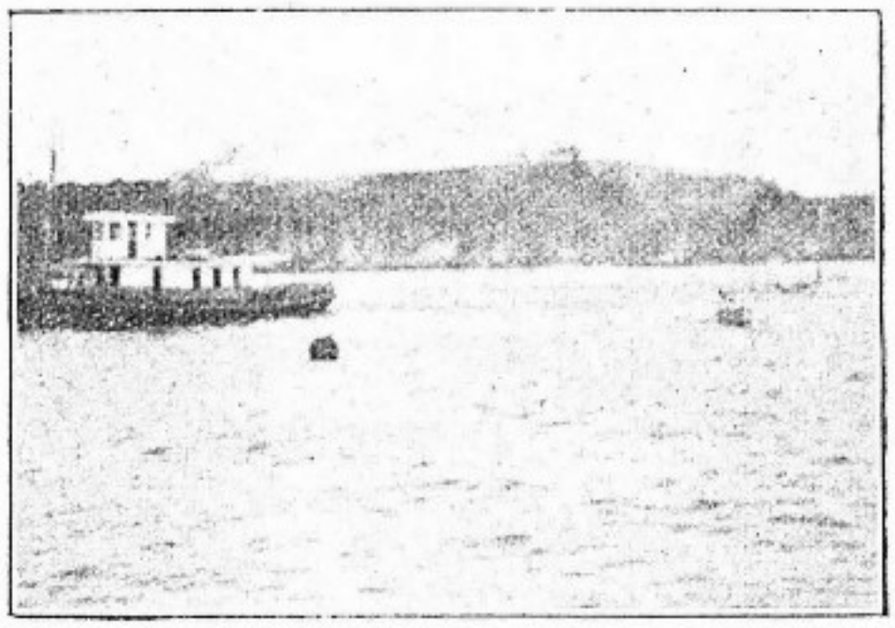


Fig. 17. — Sous la traction d'un puissant remorqueur, le tube pénètre dans la mer (On voit à l'arrière du remorqueur, les flotteurs et les signaux de la tête du tube.

Or, précisément, deux jours plus tard, les flots s'enflèrent et à l'annonce de quatre jours de temps encore pire, il me fallut donner précipitamment le signal du départ. Déjà presque

toutes les 40 amarres qui immobilisaient le tube avaient été détachées quand je dus, à ma consternation, constater que — soit indolence, mauvaise volonté, incompréhension, je ne sais, mais en tout cas, catastrophe, — des dix remorqueurs qui devaient guider le tube dans le milieu de la rivière, quatre manquaient à l'appel !

Devant une telle disgrâce, j'avais déjà donné l'ordre de réamarrer quand on vint m'avertir que les quelques amarres restantes se rompaient sous la force du courant et que certaines parties du tube se jetaient à la rive. De gré ou de force, il fallait partir, et, déjà sûr du désastre, je donnai le signal.

L'opération, cependant, commençait admirablement : sous la traction d'un remorqueur de haute mer, l'immense serpent se mettait en mouvement. Déjà la tête du tube avait pénétré largement dans la mer (fig. 17), quand, ne pouvant vaincre la mauvaise direction initiale, la partie médiane du tube vint à s'échouer sur la partie non draguée de la barre à l'embouchure du rio : l'arrière du tube, continuant son mouvement par la vitesse acquise et par l'action du courant, se pliait en *accordéon*, se détériorant

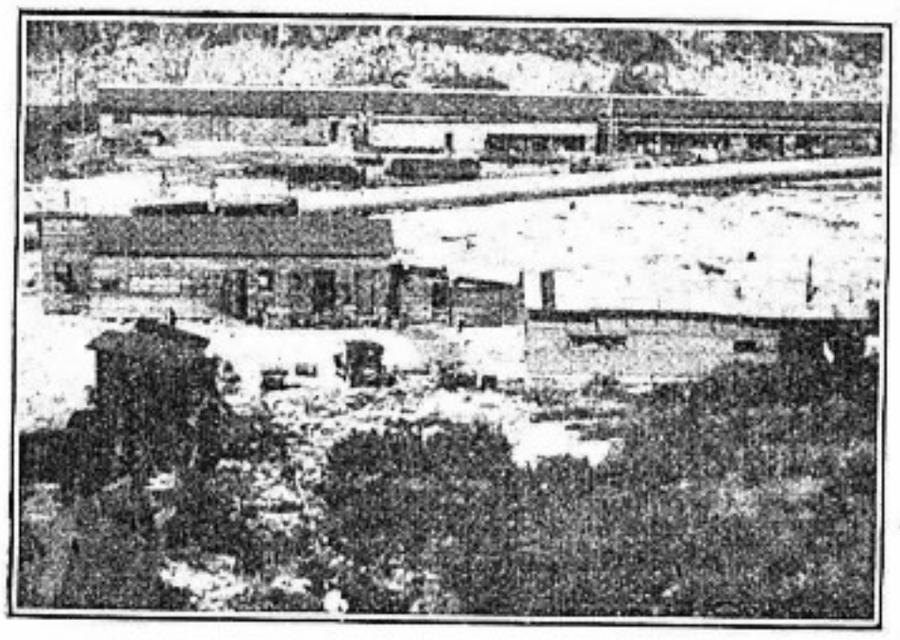


Fig. 18. — Vue des ateliers de construction du 2e tube.

gravement en son milieu. Nos efforts, cependant, durant cette nuit d'angoisse, réussissaient à libérer le tube en profitant de la marée, et quelques heures après, aux premières lueurs du jour, il flottait tout entier sur la mer agitée. Mais la blessure reçue dans le rio faisait son œuvre, et 2 kilomètres plus loin disparaissait par 500 mètres de fond le fruit de tant d'efforts...

Désastre ! oui, sans doute... Mais le désastre, c'est le passé et ce qui importe seulement, c'est l'avenir : ce qui importe, c'est que ledit échec ne touche en rien l'exactitude de nos idées ; seuls ont failli quelques moyens de réalisation — mais j'ai gagné dans la bataille beaucoup d'expérience. Seule pourrait me retenir d'entreprendre une nouvelle tentative la question d'argent — car mes crédits sont dépassés —. Et, en entêté que je suis, je décide alors qu'une nouvelle tentative sera faite, et que je la prendrai à ma charge, au cas où elle se terminerait par un nouvel échec.

L'enseignement essentiel que vient de me livrer cette dure expérience, c'est évidemment

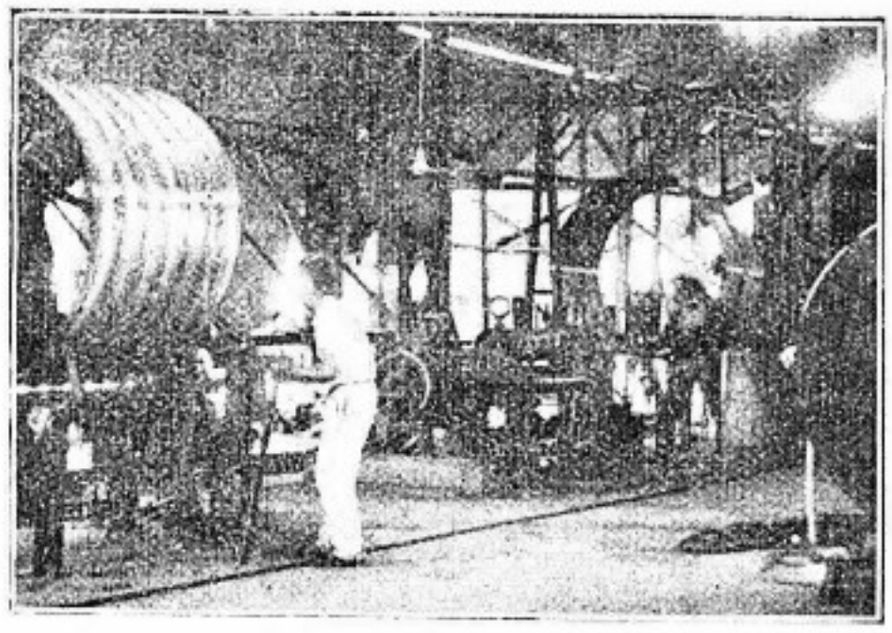


Fig. 19. — Machine à onduler les tôles du tube n° 2.

la nécessité absolue d'éviter au futur tube l'action prolongée des eaux en mouvement, de renoncer à ces montages interminables à la surface des eaux traîtresses, mer ou rivière.

Et une idée très simple m'est donnée à cet effet par l'ingénieur Vasquez, mis à ma disposition par le gouvernement cubain. Nous monterons cette fois complètement le nouveau tube à l'aide de chariots, sur une voie de chemin de fer établie près de l'usine, où il attendra, sans danger, le moment favorable, et d'où il pourra

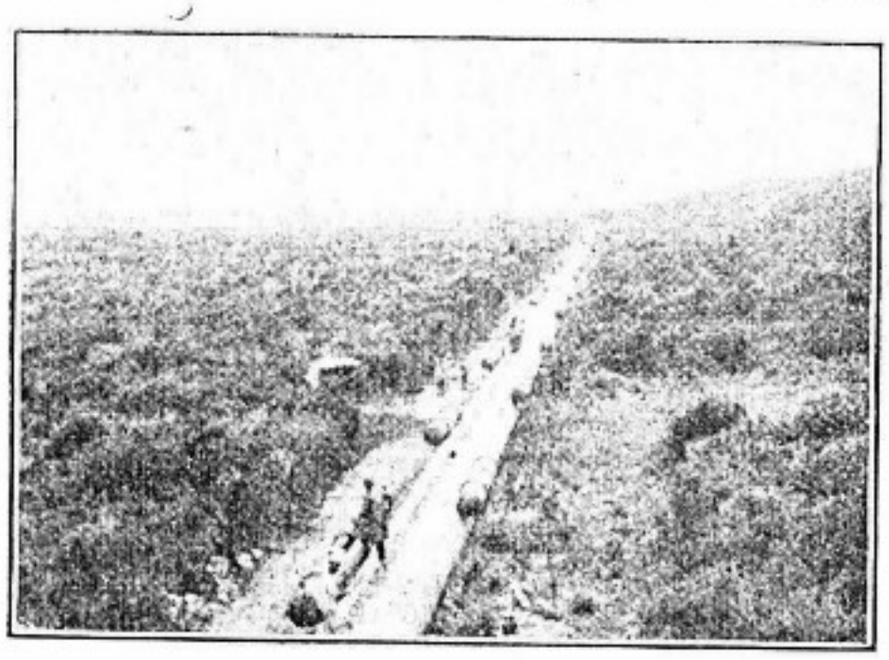


Fig. 20. — Vue du tuyau sur la voie de lancement.

être tiré rapidement à la mer à l'aide de cabestans et de remorqueurs, à la première certitude de beau temps.

Sous la direction dévouée de mon collaborateur Daimé, la fabrication du tube n° 2 commence dans les premiers jours de mars 1930, dans de grands ateliers établis au voisinage même de l'usine (fig. 18, 19, 20). Cette fois, le

tube est construit entièrement sur place, à partir de feuilles de tôle *Armco* de 3 mm. d'épaisseur, roulées, ondulées, soudées, calorifugées, pendant que la voie de 2 kilomètres et les moyens de lancement se réalisent sous la direction de M. Vasquez.

Le 8 juin, un premier tronçon de 150 mètres du tube est mis à la mer et submergé avec un plein succès dans la tranchée de protection, longue de 50 mètres, l'extrémité côté terre de ce tronçon reposant au fond du puits de l'usine.

Cette première opération montre brillamment combien supérieur au premier est ce mode de lancement. Quelques jours plus tard, le puits d'eau froide est fermé par une épaisse muraille de ciment et la tranchée remplie de béton

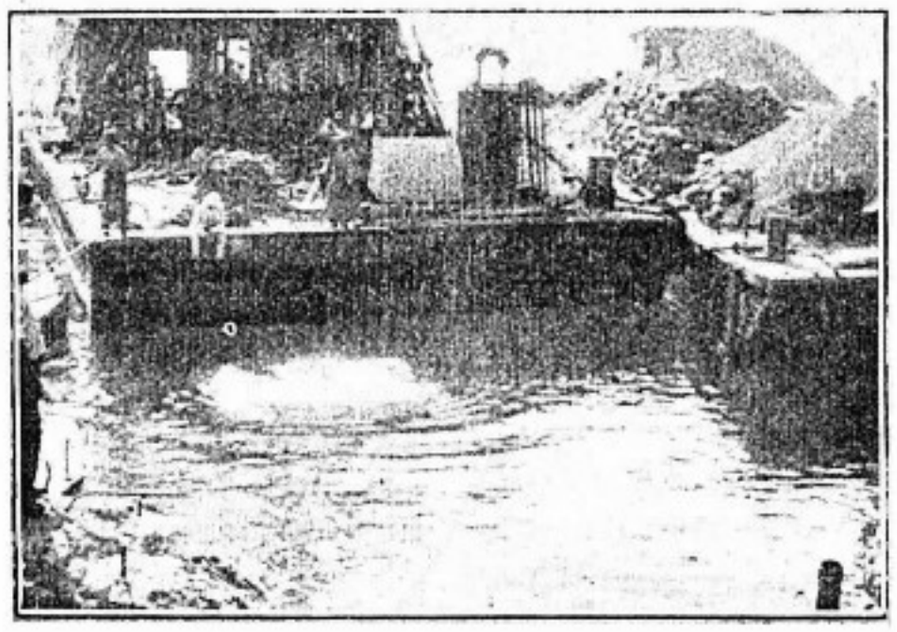


Fig. 21 — Construction du mur du puits et cimentage de la tranchée de protection.

(fig. 21), pour soustraire le tube, dans ces eaux peu profondes, à l'agitation superficielle.

Le 25 juin, le morceau principal, long de 1.750 mètres, préalablement amené sur la voie jusqu'au voisinage de la mer, est tiré à son

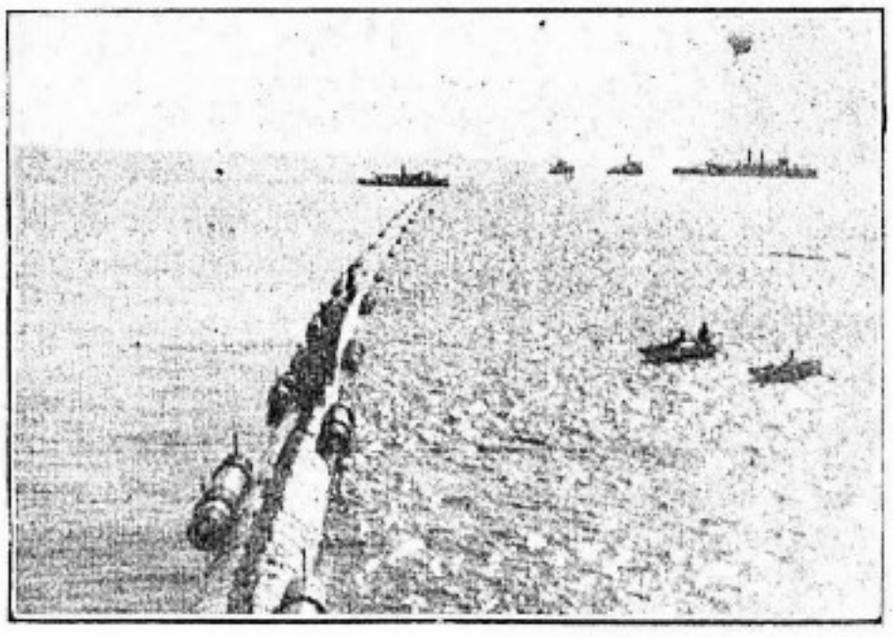


Fig. 22. — Mise à l'eau du tuyau n° 2.

tour sans difficulté (fig. 22) et amené automatiquement par les remorqueurs à sa position exacte dans le prolongement du premier tronçon, en le raidissant sur deux câbles de longueur convenable amarrés obliquement à la rive de part et d'autre du tube en deux points, PP' (fig. 23), synodiques par rapport au puits.

Déjà le succès paraît certain, puisque le tube est en place et qu'il ne reste plus qu'à l'immerger ; quand, au lieu d'effectuer cette immersion de la côte vers le large, comme il était prévu, pour que le tube se pose progressivement sur le fond de plus en plus profond, quelques travailleurs, contre leurs ordres écrits, ont la stupidité de provoquer l'enfoncement anticipé et foudroyant de la tête du tube qui plonge ainsi vers les grandes profondeurs. De ce fait, un effort énorme s'exerce sur les câbles d'amarrage à la côte ; leurs attaches se rompent et le second tube part à toute vitesse rejoindre le premier...

Moins entraîné aux misères de l'invention, j'aurais pu, cette fois, me sentir très découragé ; mais une longue pratique m'a appris jusqu'à quel point la persévérance et l'obstination sont des vertus majeures en ce domaine, peut-être les plus indispensables à l'inventeur. Je puis attester que quasi en toute mon œuvre, liquéfaction de l'air, synthèse de l'amoniaque, éclairage au néon, j'ai ignoré le succès immédiat ;

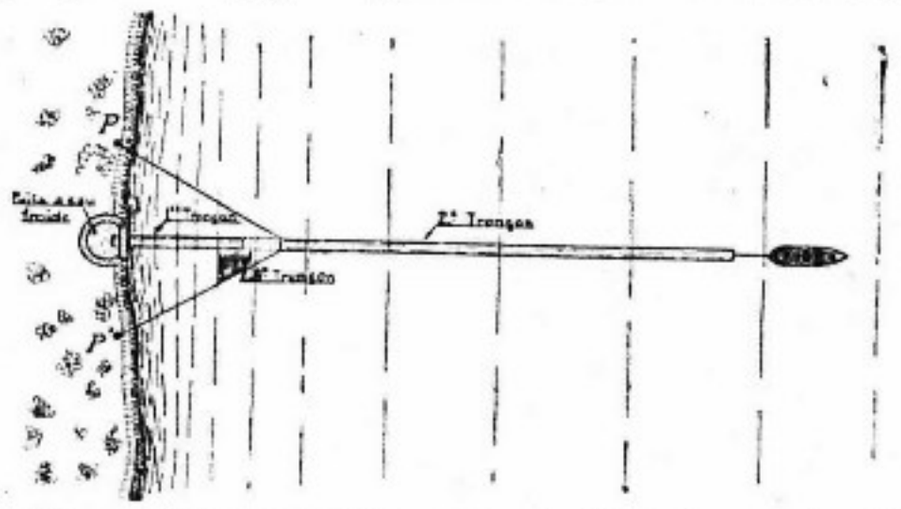


Fig. 23. — Mise en position correcte du tube par traction sur les câbles d'arrière.

maintes fois j'y ai connu le doute et le découragement ; il est bien évident que si j'avais cédé à la première épreuve, jamais je n'aurais rien produit.

C'eût donc été renier tout mon passé si, sur une simple stupidité de manœuvre, j'avais lâché pied, en dépit d'une technique infiniment supérieure à celle de l'an passé, en dépit de ce que tout annonçait que le succès était proche.

Je décidai donc sur-le-champ qu'un tube n° 3 serait fabriqué en deux mois et immergé avant la mauvaise saison — ce qui put seulement se faire grâce au dévouement vraiment exceptionnel de mon bon collaborateur Daimé ; — et il me suffit d'apporter quelques petites modifications au programme précédent pour éviter une autre fausse manœuvre. D'ailleurs, cette fois, le gouvernement se chargeait d'assurer la police de l'opération, me donnant le concours du croiseur *Cuba* et de l'armée.

De fait, ce troisième tube n'a pas eu d'histoire. Fabriqué dans le très court délai que j'ai dit, il fut tiré à la mer le 7 septembre sous les ordres de M. Vasquez, puis, raidi par les remorqueurs sur les deux câbles flottants d'amarrage, il vint se placer, comme le précédent, à sa position correcte, dans le prolongement du tronçon de 150 mètres ; enfin, sous ma direction, s'effectua, avec le même succès, l'immersion correcte et progressive du tube depuis la côte jusqu'à la haute mer, grâce à l'admission progressive de l'eau dans ses flotteurs.

La partie très flexible et extensible M du tube (fig. 24), faite pour ce motif en accordéon, destinée à se plier au bord de la falaise sous-marine,

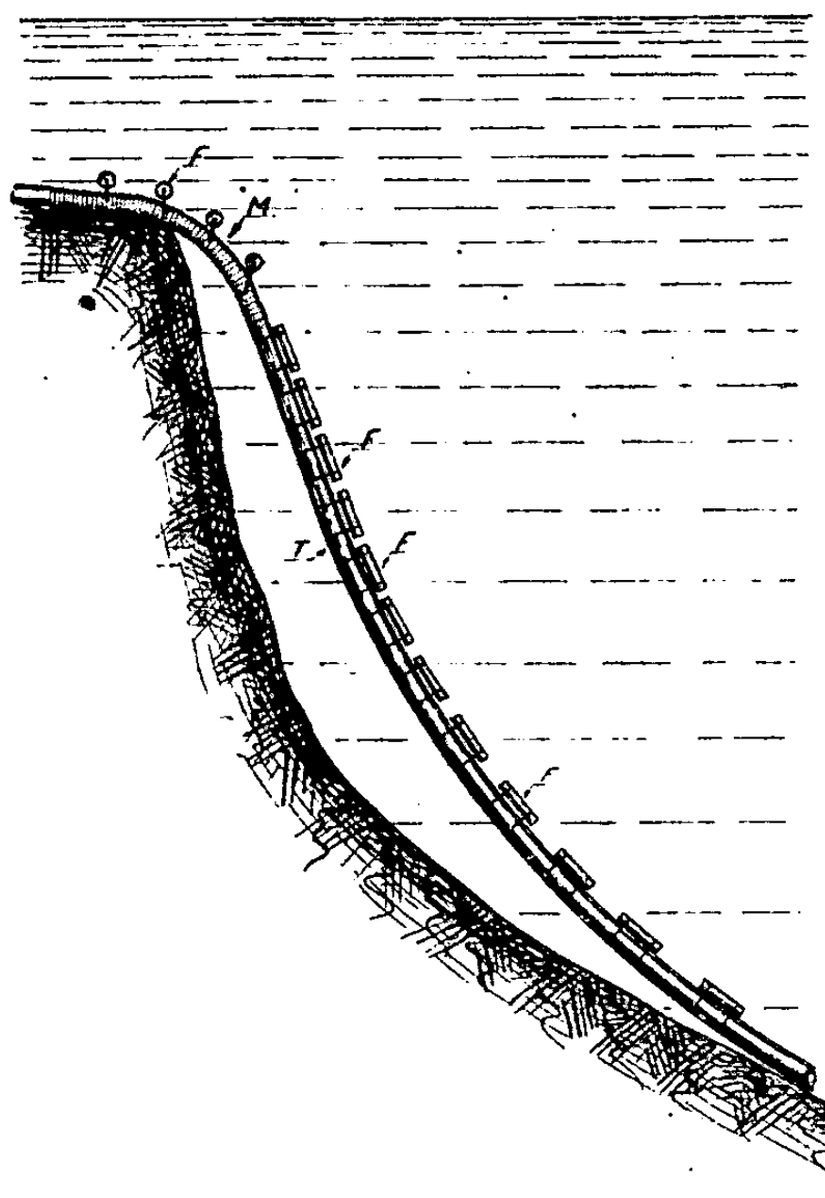


Fig. 24. — Le dispositif en accordéon à l'arête de la falaise sous-marine et le tube suspendu dans l'abime par les flotteurs. (Les câbles de renfort ne sont pas indiqués).

venait reposer très correctement à la place choisie, les deux câbles d'acier qui courent d'un bord à l'autre du tube unissant cette partie à la portion T du tube qui descend de l'arête de la falaise, soutenue en outre dans l'abime à l'aide de flotteurs permanents à air comprimé FF.

De son côté, l'extrémité de terre du grand tube B (fig. 23) venait se poser sur le fond à distance prévue de 22 mètres de l'extrémité correspondante du tronçon de 150 mètres A, et la connexion des deux extrémités par l'intermédiaire d'un troisième tronçon de longueur convenable pouvait se faire sans difficult par scaphandriers quelques jours après à cette profondeur de 18 mètres.

Et maintenant, Mesdames et Messieurs, vous allez voir combien j'avais raison tout à l'heure de soutenir que l'entêtement est la meilleure vertu de l'inventeur — à condition, bien entendu, qu'il s'appuie sur une idée rationnelle et sur un personnel dévoué. Si je m'étais découragé à la première ou à la seconde tentative, il ne serait resté de cet effort que le souvenir grotesque d'une tentative déraisonnable — et je vous prie de croire qu'on l'eût assaisonné ! — Au contraire, il a suffi que je m'acharne jusqu'à la fin pour qu'aussitôt, se développent sans efforts toutes nos prévisions.

Le jour même de la connexion du tube à la côte, la puissante pompe Rateau du puits était mise en mouvement au débit de 4.000 mètres cube à l'heure : bientôt, j'avais la joie de voir l'eau du puits se refroidir pour atteindre finalement 13° C., bon résultat puisque la température au niveau de l'extrémité profonde du tube doit être aux environs de 11°. Ainsi disparaissaient mes craintes sur l'état du tube au fond de la mer.

Quelques jours après, une épreuve excellente d'ébullition dans le vide dissipait à leur tour mes craintes de voir se produire des mousses abondantes dans cette ébullition. En réalité, l'eau de mer paraît se comporter à cet égard tout aussi bien que l'eau douce.

Enfin, la turbine, que par raison de prudence je n'avais pas voulu mettre en place dans ce premier essai, crainte de la démolir par lesdites mousses, pouvait être placée à son tour et donnait une puissance progressivement améliorée jusqu'à 22 kilowatts.

Or, ces 22 kilowatts ont été obtenus avec un cinquième seulement de l'eau remontée, un écart de températures anormalement faible, soit 14°, et une turbine de très faible puissance et marchant très au-dessous de sa vitesse et de sa charge de régime. Cela signifie, tel quel, sans tenir compte d'aucun perfectionnement : 330 kilowatts *bruts* ou 260 Kw. *nets* par mètre cube d'eau froide par seconde sous 24°, écart de températures existant la plus grande partie de l'année sur la côte sud de Cuba. Or, j'ai montré que la puissance de ce genre d'usines doit croître comme le *carré* de la différence de températures et le carré de 24 est triple du carré de 14.

Compte tenu maintenant des rendements infiniment meilleurs d'appareils puissants et de tous les perfectionnements qu'on peut imaginer, on pourra, je le répète, obtenir dans les usines puissantes de l'avenir au moins 500 kilowatts nets par mètre cube d'eau froide par seconde. Prévision magnifique, encore une fois, et conforme à nos meilleures espérances.

En outre, point capital, nos réflexions et le fruit de mon expérience m'ont amené à pen-

ser qu'il n'y aura pas de difficultés graves dans la réalisation de ces usines, et que celles-ci coûteront moins cher que les usines hydrauliques les plus favorisées, soit moins de 2.000 francs par kilowatt pour les usines puissantes.

Il est d'ailleurs dans mes intentions de faire une fois de plus sur ce point la preuve de mes affirmations, en réalisant dans le sud de Cuba aussitôt que j'aurai pu en réunir les moyens, une première usine de 25.000 kw., dont le coût sera déjà inférieur à 80 millions de francs, ce qui n'est pas beaucoup en ce genre d'exercice.

Tel fut ce travail de Cuba qui n'a été, somme toute, qu'une vaste expérience de laboratoire destinée à déterminer les éléments des stations d'énergie de l'avenir, et qui, en outre, m'a définitivement convaincu d'une vérité que je recommande aux chercheurs enclins à se décourager trop vite, et que malgré sa forme triviale, je voudrais voir inscrire au fronton de nos laboratoires: « L'habit du succès est fait de beaucoup de vestes ! »

Mesdames, Messieurs, je vous remercie de tout cœur de votre très grande patience.

L'ALCOOLISME PERVERSITÉ

par R. BENON

L'alcoolisme-perversité est très différent, à notre sens, de l'alcoolisme chronique par obligations professionnelles. Il doit en être séparé d'une part au double point de vue clinique, psychique et somatique, d'autre part au point de vue médico-légal et thérapeutique. Il consiste en une passion extraordinairement développée pour les boissons alcooliques ; c'est une variété de vice, et non pas une maladie mentale dans le sens propre ou pratique de ce mot. Sans aucun doute on observe des appétits, curieux et complexes, délicats et modérés, pour les boissons alcooliques qui ne sont pas de la perversité : cela doit être bien entendu. Mais chez les buveurs qui sont des vicieux, on verra à quel penchant singulier on a affaire et à quel degré d'abjection arrive ce mal invétéré. Nous avions, dans des travaux antérieurs, désigné cet alcoolisme passion sous le nom de « dipsothymie » : nous préférons aujourd'hui l'appellation d'alcoolisme-perversité, plus directe, plus expressive pratiquement parlant.

I. — Étiologie

L'alcoolisme-perversité paraît être aussi commun chez la femme que chez l'homme, alors que l'alcoolisme professionnel est rare chez la femme. Il est tantôt congénital, tantôt acquis. Lorsque l'alcoolisme-perversité est congénital on le voit survenir dès l'enfance ou en tout cas dès les premières années de la jeunesse. Lorsqu'il est acquis, il se développe, surtout, vers l'âge de trente ans. L'étude des perversités acquises est devenue très actuelle depuis qu'on observe et étudie l'encéphalite léthargique. Or, on a signalé des cas d'alcoolisme-perversité qui, à l'analyse, apparaissent bien comme des séquelles de cette affection spéciale. Il se pourrait aussi que certains traumatismes crâniens contribuent au développement de pareilles anomalies. Il semble enfin que l'asthénie chronique, — lorsque le syndrome revêt des formes légères, très légères, très atténuées, par conséquent très difficiles à apprécier, — favorise l'apparition de l'alcoolisme-perversité. En conséquence il est permis de se demander si l'alcoolisme-perversité qui se manifeste après une encéphalite léthargique, après un traumatisme crânien, ne se développe pas à la faveur de légers états d'asthénie post-encéphalitique ou post-traumatique. Cela fait penser encore que la paresse si constante chez les alcooliques-pervers, est peut-être une variété de dysasthénie constitutionnelle, ou en tout cas qu'il entre dans la paresse des éléments d'ordre dysthénique.

Quoi qu'il en soit, la constitution organique ou humorale du pervers, et surtout celle du pervers-alcoolique, apparaît nettement à l'observateur comme tout à fait particulière. On évoque alors le texte du *Timée*, dans lequel Platon déclare que les vices résultent « d'une certaine substance qui s'écoule dans le corps et l'humecte », que par suite les vices ne dépendent pas de la volonté et sont de véritables maladies. Cette notion étiologique est du plus haut intérêt : on verra toutefois quelles conséquences médico-légales elle doit exactement comporter dans la pratique sociale.

Ce que nous croyons pouvoir dire d'un point de vue étiologique général, parce que cela semble presque constant, c'est que les alcoo-

liques pervers, sujets de constitution sèche, sujets de tempérament nerveux, sujets vifs, irritables, n'ont aucune tendance, malgré leur intoxication invétérée, à présenter soit du *delirium tremens*, soit de la démence organique, même, dans ce dernier cas, s'ils sont, en plus, syphilitiques. (Quand ils ont contracté la syphilis, ils terminent quelquefois leur existence comme paralytiques généraux.) Ils font, à la longue, de la sclérose artérielle, ils sont plus ou moins hypertendus ; mais ils résistent durant des années aux excès alcooliques.

II. — Symptomatologie

L'état mental et physique des alcooliques pervers est certainement très particulier et très différent de celui des alcooliques chroniques par obligations de métier : il y a quelques cas de discrimination difficile ; ils n'ont guère d'intérêt pratiquement.

L'alcoolique pervers, en principe, ne vient pas consulter de lui-même le médecin ; c'est sa famille qui l'amène près du praticien, soit parce qu'elle est excédée de ses inclinations désastreuses, soit parce qu'il a commis un délit plus ou moins anodin. Lorsque le médecin l'observe pour la première fois, il a devant lui un homme de trente à quarante ans, correct, aimable, réservé, qui ne révèle spontanément ni ses idées ni ses tendances.

Au point de vue purement intellectuel (attention, mémoire, jugement), il ne présente aucuns signes propres. C'est un homme normal ou à peu près normal, Il n'y a pas chez lui de débilité mentale congénitale : le développement de ses facultés psychiques n'a point laissé à désirer. En cas de perversité acquise, il a pu même, dans sa jeunesse, être brillant, et il peut même l'être encore par intervalles, soit qu'il possède une grande mémoire, soit que son imagination se montre vive et riche.

C'est au point de vue émotionnel ou mieux passionnel, que les anomalies sont profondes. Chez l'alcoolique pervers, l'attrait pour les boissons alcoolisées, le goût pour les spiritueux, se manifeste sous forme d'entraînements irrésistibles. Cet attrait est la source de toutes voluptés ; c'est lui qui commande et dirige l'activité quotidienne et générale du sujet. Un état passionnel se trouve constitué ; on voit là très nettement un système d'idées, d'émotions et d'inclinations liées à l'alcoolisme seul. L'idée dominante de l'alcoolique pervers est de satisfaire ses appétits et de les satisfaire avec une formidable gourmandise ; les combinaisons ingénieuses et fantastiques, auxquelles il doit se livrer dans ce dessein, occupent sans cesse son esprit, l'obsèdent et le tyrannisent plus ou moins durement. Il est gai, il révèle de la joie, dès qu'il entrevoit, grâce à l'argent qu'il va posséder, grâce à la liberté dont il va jouir, la possibilité de s'adonner pleinement à son goût pour les boissons alcoolisées. Naturellement, s'il est contrarié, arrêté par des obstacles qui gênent le libre cours de sa passion, il devient spécialement irritable, grossier ; il menace, il injurie, il frappe. Pour se procurer de l'argent et boire à l'excès, il vend les objets mobiliers de sa maison ; il vend le linge de ses parents, de sa femme, de ses enfants ; il vend les souvenirs les plus chers. Il ne commet, en général, pas de vols ; lorsqu'il est un récidiviste des tribunaux, c'est plutôt pour ivresse et outrages, rebellion aux agents de la force publique. Quand il revient au foyer, il fait toujours la promesse « de ne plus jamais recommencer ». Il a des paroles aimables et tendres pour les siens ; il va s'appliquer à travailler, il va s'occuper de l'éducation de ses enfants, du bien-être familial. Terriblement menteur et hypocrite, pendant des mois, des années, il joue de ce jeu en égoïste fieffé. Quand on l'écoute, on croit à sa franchise ; il y a dans les inflexions de sa voix quelque chose de touchant, de séducteur ; il faut être sur ses gardes pour ne pas lui accorder de la sympathie, tellement il y a de naturel dans ses regrets, dans ses projets d'avenir, dans ses serments, dans ses protestations d'abstinence totale. A ce moment même, est-il sincère ? Nul ne le saura jamais tant cet homme est mystérieux. Pratiquement la question est sans intérêt puisque la récidive est constante. On doit noter aussi l'attachement égoïste de ces alcooliques pervers à leur foyer ; ils n'acceptent volontiers ni la séparation, ni le divorce. Ont-ils une conscience obscure de leur faiblesse ? Voient-ils la précarité de leur avenir, quand ils seront isolés, rejetés de la maison où ils ont fait tant de mal ? Les plus typiques sont des paresseux, avec ou sans tendances luxurieuses, qui boivent seul ou qui boivent avec des inconnus, les premiers rencontrés.

L'activité de l'alcoolique pervers est médiocre. Il travaille quelquefois, mais irrégulièrement ; dès qu'il a un peu d'argent, c'est pour s'adonner à la boisson. Il peut être un bon ouvrier, un très bon ouvrier, mais aucun employeur ne comptera sur lui, car il n'est jamais stable. C'est le récidiviste type de la débauche et de l'ivresse.

Appétit colossal pour les boissons spiritueuses, gourmandise puissamment exaltée, mensonge, paresse, vanité, telles sont, avec des réactions colériques, les inclinations constantes dans l'alcoolisme-perversité.

Les symptômes de l'intoxication spéciale, chose singulière, sont relativement peu développés chez cette variété de sujets. Au premier

abord parfois le tremblement des extrémités paraît très net ; il est plus menu que dans l'alcoolisme ordinaire ; il comporte, le plus souvent croyons-nous, des éléments émotionnels très importants, car le sujet est constamment indisposé, énervé, par les examens médicaux. L'hyperesthésie de la peau, les douleurs des troncs nerveux à la pression, les étourdissements, les crampes, les fourmillements, et même les cauchemars, sont toujours bien moins marqués que dans l'alcoolisme professionnel. En revanche, les pituites matinales sont quelquefois atroces, mais de courte durée.

Il arrive que l'alcoolisme-perversité s'associe à l'opiomanie-perversité, à la cocaïnomanie-perversité, etc., mais c'est l'exception ; ou cela s'observe chez les dégénérés complexes, ou impulsifs, ou hyperthymiques, ou dysthymiques constitutionnels à lourde hérédité.

III. — Diagnostic et pronostic

Le diagnostic de l'alcoolisme-perversité est facile ; il se fonde sur un ensemble de faits subjectifs et objectifs qui permet très vite de le reconnaître, non pas, il est vrai, par l'observation directe du sujet, mais par l'observation avec les tiers ou observation indirecte.

a) L'alcoolisme-perversité est bien différent de l'alcoolisme professionnel. Il y a d'abord, chez ces deux sortes de sujets, une différence de constitution somatique : chez les alcooliques pervers, la tendance à la maigreur, à la sécheresse du corps est souvent très évidente ; le visage est pâle, les traits sont tirés. Chez les alcooliques par obligations professionnelles, l'embonpoint est commun, avec visage plus ou moins empourpré. Les stigmates physiques sont plus marqués chez les alcooliques professionnels que chez les alcooliques pervers. L'intelligence, chez les uns comme chez les autres, est sensiblement celle de l'homme ordinaire ou normal ; elle est peut-être plus souvent brillante chez l'alcoolique pervers. Au point de vue affectif, la différence est considérable entre l'alcoolique pervers et l'alcoolique professionnel. Ce dernier n'est ni paresseux, ni menteur, ni débauché, ni instable, ni méchant ; il fait sa tâche avec régularité, avec conscience, avec honnêteté ; il n'est ni mauvais mari, ni mauvais père. L'alcoolique-pervers est toujours paresseux et très menteur; profondément égoïste, coléreux, méchant, violent, plus ou moins luxurieux, il ne songe qu'à satisfaire son appétit des boissons alcoolisées. L'entraînement est irrésistible. Un catholique dirait : C'est Satan agrippé à sa proie. Il y a loin de là à un simple attrait pour les boissons spiritueuses, même à un goût prononcé pour ces boissons.

b) L'alcoolisme-perversité, chronique et incurable, ne doit pas être confondu avec les épisodes d'alcoolisme qu'on peut observer chez les « dégénérés », ou impulsifs, ou hyperthymiques constitutionnels, par exemple à la suite de chagrins, de contrariétés. Ces poussées d'alcoolisme par dépit, par colère, sont sans gravité, et presque toujours curables, même lorsqu'elles se compliquent d'hallucinations, de délire, de réactions violentes.

c) La dipsomanie est quelquefois difficile à séparer de l'alcoolisme-perversité. Elle est nette, elle est claire quand elle se développe sous la forme d'accès séparés par de longues périodes d'état normal. Le diagnostic différentiel est irréalisable lorsque les intervalles entre les crises d'alcoolisme ne sont que de une ou de plusieurs semaines. La soif périodique aussi a des caractères bien tranchés : le liquide absorbé n'est pas une boisson alcoolisée.

d) L'alcoolisme-perversité est encore très différent des faits d'alcoolisme qui s'observent au début ou à la période d'état de certaines maladies mentales, comme les délires subaigus, les délires systématisés chroniques, la démence paralytique, la psychose périodique, les obsessions-phobies, etc.

e) Le pronostic de l'alcoolisme-perversité est nettement mauvais dans la très grande généralité des cas. Ceux qu'on observe à l'hôpital, du reste, sont toujours anciens, évoluent sans modification aucune depuis des années : ils sont toujours incurables ; cette perversité est incorrigible. Sans doute, le sujet ne sera jamais frappé de *delirium tremuns*, de démence, etc., etc., mais il trouble si profondément la vie familiale que les misères quotidiennes de l'entourage sont pires que celles qui résulteraient de la réalisation d'un état d'aliénation mentale aiguë ou chronique.

IV. — Médecine légale

Les considérations médico-légales, relativement à l'alcoolisme-perversité, sont importantes au point de vue civil et au point de vue criminel. En matière d'accident du travail ou de maladies assurées, il n'est la cause d'aucuns faits particuliers et dignes de remarque, sauf que la simulation et la tendance à l'aggravation sont communes chez lui.

Au point de vue civil deux situations difficiles sont assez communes soit que le sujet, jeune ou âgé, vive dans une famille aisée, soit qu'il ait contracté mariage. Dans le premier cas, il est indispensable de prendre, vis-à-vis

de lui, la mesure d'interdiction, plutôt que de le doter d'un conseil judiciaire, celui-ci étant en général insuffisant. Dans le second cas, — c'est-à-dire lorsqu'il est marié et il réussit souvent à trouver une épouse, car il a de l'amabilité, du charme, une grande force de dissimulation, et aussi il y est quelquefois aidé par sa famille qui croit ou ne croit pas l'amender en lui constituant un foyer, — dans le second cas, la séparation ou le divorce s'impose sans aucun doute, sinon la vie de la femme sera un long martyre.

Au point de vue « pénal », l'alcoolique-pervers, délinquant ou criminel, est responsable de ses actes. Il est rarement un criminel ; quand il tue, c'est généralement dans une crise de colère ; contrarié et excité par une dose élevée de boissons alcooliques, il prend impulsivement le couteau, le revolver ; un jour ou l'autre, il peut en faire un usage terrible. L'alcoolique pervers est plus souvent un simple délinquant, délinquant récidiviste de l'ivresse, des outrages et rébellions aux agents de la force publique, enfin déliquant récidiviste du vagabondage lorsqu'il est devenu un pauvre hère, un déchet de la société. C'est une erreur, à notre sens, d'atténuer la responsabilité d'un alcoolique pervers à cause du caractère impulsif de ses entraînements : pratiquement il est incorrigible, il doit, par conséquent, faire l'objet de mesures d'élimination plus ou moins définitives, non pas sévères, mais de longue durée.

V. — Traitement.

Il est faux, sans doute, de parler ici d'un traitement de l'alcoolisme perversité : mettons qu'il s'agit de la conduite à tenir vis-à-vis de lui.

La place de l'alcoolique pervers, lequel est un type de ces sujets que nous avons appelés les « aliénés putatifs », sa place est-elle dans un établissement d'aliénés ou dans une prison? Elle n'est naturellement pas dans une maison de santé libre ou ouverte. Actuellement, il n'est pas douteux pour nous qu'elle est en prison. Si on construit des asiles-prisons, on pourra y séquestrer les alcooliques pervers, mais on voit assez mal la différence qu'il y aura entre la prison et l'asile prison : ce n'est pas le lieu de traiter cette question. On ne saurait les placer à l'asile des aliénés ordinaires d'une part parce qu'ils ne sont accessibles à aucun traitement, notamment à aucune psychothérapie, d'autre part parce qu'ils sont tous des protestataires. Ils consentent volontiers, après un incident familial ou un acte délictueux, criminel, à tirer profit d'un internement dans une maison de santé fermée ; ils acceptent d'y rester quelques mois, non pas plusieurs années. Maintenus à l'asile, ils organisent des révoltes, des évasions en nombre. Faisons remarquer que de tels sujets, spécifiquement pervers, créeront les mêmes difficultés dans les asiles-prisons que dans les prisons ordinaires ; après réflexion, on ne voit vis-à-vis d'eux que l'application du régime cellulaire pour maintenir l'ordre dans un établissement de pervers authentiques.

Si un *service social*, avec assistantes et infirmières-visiteuses, était institué à l'asile ou à l'hôpital, rien ne serait aisé comme de repérer les alcooliques pervers, si dissemblables des alcooliques professionnels. L'opposition de ces deux types d'alcooliques, à l'aide des constatations faites à domicile, apparaîtrait éclatante, et on comprendrait d'emblée la nécessité de mesures à prendre vis-à-vis des uns et des autres, radicalement différentes.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Electroaffinité des gaz. — 1. Les phénomènes qui se produisent lorsque des électrons sont en mouvement dans un gaz dépendent essentiellement de la vitesse des électrons. Pour certaines vitesses, on observe les phénomènes connus sous le nom de résonance, d'ionisation et de dissociation des gaz.

Pour des vitesses inférieures à celles que nécessite la production des effets précédents, les phénomènes sont de nature tout à fait différente. Dans les collisions qui se produisent entre électrons et molécules, l'électron peut soit rebondir (choc élastique) soit se fixer sur la molécule en donnant un ion négatif (choc mou).

2. La présence d'électrons libres dans un gaz se traduit par diverses particularités :

a. S'il n'y avait pas d'électrons libres dans un gaz, les mobilités devraient être les mêmes pour les ions positifs et les ions négatifs; la présence d'électrons libres, plus mobiles que des ions, se traduit par des valeurs expérimentales de la mobilité des ions négatifs supérieures à celle des ions positifs.

b. En l'absence d'électrons, les mobilités des ions devraient être inversement proportionnelles à la pression or l'étude de la variation de la mobilité des ions négatifs avec la pression, aux basses pressions, a montré que cette loi n'est plus applicable et qu'en outre la vitesse augmente plus vite que le champ.

3. La fixation d'électrons n'a lieu que sous certaines conditions de choc, ces conditions n'étant pas les mêmes pour tous les gaz. On est ainsi amené à penser qu'un électron possède, dans un gaz, une tendance plus ou moins grande à devenir un ion négatif, tendance qui

dépend de la nature chimique du gaz; aussi a-t-on été conduit à envisager, comme pour les réactions chimiques, une sorte d'affinité entre électrons et molécules gazeuses à laquelle on donne habituellement le nom d'électroaffinité.

4. En un travail récent (*Thèse, Paris* 1929), M. da Silva a pu établir, concernant cette électroaffinité, un certain nombre de résultats intéressants.

a. Il a montré que, dans l'argon, les électrons ne s'associaient pas aux molécules mais restaient toujours à l'état de liberté, en sorte que ce gaz peut être considéré comme n'ayant aucune affinité pour les électrons. Aussi a-t-il pu étudier l'affinité électronique d'autres gaz, comme l'oxygène et la vapeur d'eau, en mélangeant ces gaz en proportions croissantes à l'argon et en déterminant les déformations qui en résultaient pour la courbe d'ionisation obtenue dans l'argon pur; ces déformations sont notables et indiquent que l'oxygène et la vapeur d'eau possèdent une très grande affinité électronique.

b. La comparaison des déformations produites séparément par l'addition de quantités croissantes d'oxygène et de vapeur d'eau, sous des conditions expérimentales identiques, permet de se rendre compte des affinités électroniques relatives de ces deux gaz. Les résultats que l'auteur a obtenus ont établi que la vapeur d'eau possède pour les électrons une affinité plus grande que l'oxygène. Il a montré, en particulier, que, dans le cas de l'oxygène, il faut atteindre un pourcentage de l'oxygène dans l'argon égal à 0,06 o/o pour avoir une première déformation visible de la courbe d'ionisation dans l'argon pur, tandis que, pour la vapeur d'eau, cette déformation est déjà nette pour une concentration qui est égale seulement à 0,004 o/o. L'affinité électronique de la vapeur d'eau est donc au moins 10 fois plus grande que celle de l'oxygène.

c. L'auteur a établi que, dans un mélange d'argon et d'oxygène, la proportion d'électrons qui restent libres dépend du champ électrique et de la pression, cette proportion étant d'autant plus grande que le champ est plus grand et que la pression est plus petite. L'expérience montre, en effet, que la mobilité moyenne des centres négatifs augmente avec le champ et que la déformation relative des courbes d'ionisation dans l'argon est, pour un même pourcentage d'oxygène, d'autant plus petite que la pression est elle même plus petite.

d. Les méthodes qui ont permis de constater que l'affinité électronique de l'argon était nulle ont été appliquées à l'azote et à l'hydrogène purs. Les résultats obtenus ont été différents et semblent montrer que l'affinité électronique de l'azote et de l'hydrogène, bien que très faible, n'est pas nulle. Toutefois, pour l'hydrogène, les résultats obtenus peuvent s'interpréter en supposant l'existence d'ions positifs très mobiles (mobilité supérieure à 11 cm. par sec.).

e. L'argon n'ayant aucune affinité pour l'électron, l'auteur a pu déterminer la période de décroissance du polonium, en mesurant les courants d'ionisation dans l'argon pur. La valeur trouvée a été de 140,2 jours. A. Bc.

Electrochimie

Electrolyse des oxydes métalliques dissous dans l'anhydride borique ou dans les borates fondus. — Les oxydes métalliques ayant généralement une température de fusion très élevée, il n'est guère possible d'en faire l'électrolyse sans utiliser un fondant. Parmi les différentes substances susceptibles d'être employées comme bain de fusion, l'anhydride borique fondu, dont les propriétés dissolvantes sont bien connues, semble tout désigné. Cependant ,on n'avait pas jusqu'ici fait de recherches sur la possibilité de l'utiliser comme solvant électrolytique. Cette étude vient d'être faite récemment par M. Andrieux, au laboratoire d'électrochimie et d'électrométallurgie de la Faculté des Sciences de Grenoble (*Thèse,* Paris 1929). L'appareil utilisé par M. Andrieux pour réaliser l'électrolyse ignée comprend deux parties : 1° un four électrique de chauffage; 2° un dispositif d'électrolyse.

Le four de chauffage est à résistance de charbon granulé. Ses parois en briques réfractaires sont protégées extérieurement par une caisse en tôle, et garnies intérieurement d'une épaisse couche de magnésie qui limite une cavité cylindrique centrale de 20 cm. de diamètre.

Le dispositif d'électrolyse comprend un creuset en charbon de cornue constituant une des électrodes au centre duquel se trouve suspendue une baguette de charbon ou une tige métallique pleine ou creuse avec circulation d'eau, constituant l'autre électrode.

Préparation du bore. — M. Andrieux a tout d'abord effectué l'électrolyse du borax; il a mis en évidence, dans cette électrolyse, la formation du sodium par réaction primaire et il a montré nettement que le sodium ainsi séparé réagit sur l'anhydride borique pour donner du bore amorphe à la cathode.

L'électrolyse d'un borate apparaissant ainsi comme un moyen de réaliser la réduction de l'anhydride borique par le métal de ce borate, M. Andrieux a étudié l'électrolyse de tous les borates dont le métal est susceptible de réduire l'anhydride borique. L'électrolyse des borates de potassium et de lithium fournit, comme celle du borax, du bore impur. L'électrolyse des borates alcalino-terreux donne un mélange de bore amorphe et de borure. L'électrolyse des borates de cérium et de manganèse conduit à des borures de ces métaux.

L'électrolyse du borate de magnésium donne du bore d'une pureté beaucoup plus grande que les électrolyses précédentes; c'est donc celle qui convient le mieux à la préparation du bore. M. Andrieux l'a étudiée plus particulièrement. Il a montré que l'addition de fluorure de magnésium la facilite beaucoup. Il est ainsi arrivé à une nouvelle méthode de préparation du bore qui consiste à faire l'électrolyse, dans une cuve en charbon, avec cathode centrale, d'un mélange d'anhydride borique, de magnésie et de fluorure de magnésium. Cette méthode présente quelques avantages sur celle de Moissan.

Du point de vue théorique, il a montré que, dans l'électrolyse du tétraborate de calcium, il se forme, avec du bore et du borure de calcium, du métaborate de calcium et que l'action réductrice du calcium porte uniquement sur la molécule d'anhydride borique. Il a montré de même que, dans l'électrolyse du borate de magnésium, il se forme très probablement du pyroborate de magnésium. La formation de ces borates, plus basiques et moins fusibles que les borates électrolysés, détermine autour de la cathode la formation d'une boule de sel cristallisé solide, au sein du bain liquide à 1000°. Ce phénomène fort curieux de la « boule cathodique » a été mis à profit, par M. Andrieux, dans la préparation du bore.

Préparation des borures. — Etudiant ensuite l'électrolyse des oxydes dans les bains formés de borates et de fluorures, M. Andrieux a mis au point une nouvelle méthode de préparation des borures qui consiste : soit à électrolyser le mélange du borate et du fluorure du métal dont on veut obtenir le borure, soit à électrolyser, dans les

bains formés par des borates et des fluorures alcalins ou alcalino-terreux, l'oxyde du métal dont on désire préparer le borure. Il a préparé ainsi un grand nombre de borures, dont beaucoup sont nouveaux.

Ce sont : 1° les borures des métaux alcalino-terreux : CaB^6, SrB^6, BaB^6;

2° les borures des métaux des terres rares : CeB^6, LaB^6, NdB^6, GdB^6, YB^6, ErB^6, YbB^6 (borures nouveaux);

3° le borure de thorium : ThB^6;

4° le borure de zirconium : Zr^3B^4;

5° le borure de titane : TiB^2 (borure nouveau);

6° le borure de vanadium : VB^2 (borure nouveau);

7° le borure de chrome : CrB^2;

8° le borure d'uranium : UB^4 (borure nouveau);

9° le borure de manganèse : MnB.

Préparation des métaux. — Un certain nombre d'oxydes métalliques, électrolysés dans des bains formés de borates et de fluorures convenablement choisis, sont simplement décomposés en leurs éléments soit par réaction primaire, soit par réaction secondaire.

De ces expériences, M. Andrieux a retenu des méthodes nouvelles de préparation du zinc, du tungstène et du molybdène :

1° Le zinc peut être obtenu par électrolyse de l'oxyde de zinc dans un bain formé d'anhydride borique ou de borates additionnés de fluorures ou d'autres sels destinés à abaisser la température d'électrolyse.

2° Le tungstène et le molybdène peuvent être obtenus par électrolyse des trioxydes TuO^3, MoO^3, ou des tungstates et des molybdates dans des bains formés de borates et de fluorures additionnés d'oxyde de zinc.

Conclusions. — L'emploi de bains formés : 1° d'anhydride borique ou d'un borate comme constituant principal, 2° de fluorures comme constituants secondaires, a ainsi conduit à la mise au point d'une véritable méthode d'électrolyse ignée.

Cette méthode est d'une extrême souplesse, car elle permet de faire varier la nature et les proportions des constituants, la concentration des oxydes dissous, la nature et la disposition des électrodes, l'intensité, la tension, la densité de courant, etc., avec une grande facilité.

« Ainsi, conclut M. Andrieux, la cuve électrolytique n'apparaît plus seulement comme un instrument de décomposition, mais aussi, dans certains cas, comme un instrument de synthèse. Cuve électrolytique et four électrique semblent dès lors deux instruments d'importance comparable dans l'étude de la chimie des hautes températures ».

A. Bc.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

Le moteur Diesel rapide pour embarcation. — Le développement tout récent du Diesel léger à rotation rapide, compte certainement parmi les événements les plus considérables de l'actualité industrielle. On sait l'attention passionnée, d'ailleurs fort légitime, qu'il suscite en ce qui concerne ses applications en cours à l'aviation et à l'aéronautique. D'autre part, il n'est guère de constructeur de Diesel qui n'ait déjà entrepris de « sortir » un moteur pour véhicules, en particulier pour les camions. Ces réalisations sont dues pincipalement à l'industrie allemande dont les brevets (Junkers, MAN, etc.), ont été acquis par un grand nombre de firmes connues, soit en Europe, soit aux Etats-Unis. En France, la Société lilloise est concessionnaire des types Junkers.

Une autre voie, qui paraît devoir être très féconde, s'ouvre encore au Diesel rapide : celle de la traction sur rails, pour laquelle la machine à vapeur, avec son fonctionnement sans condensation et par conséquent à rendement médiocre, se trouve en situation si peu favorable. Mais, parmi les perspectives d'avenir qui sont de nature à s'imposer immédiatement à l'attention des techniciens, il convient de mettre en première ligne le débouché incomparable que peut offrir la propulsion des embarcations, ainsi que de tout le petit matériel flottant employé dans la navigation fluviale ou maritime. Il suffit, pour s'en rendre compte, de se reporter à la véritable révolution qu'avait opérée dans ce domaine, bien avant l'application du Diesel à la propulsion des navires, l'introduction du moteur à essence. Embarcations des marines militaires, bateaux de sauvetages, bateaux de plaisance, embarcations destinées aux multiples services des ports ou des fleuves : dans toutes ces variétés d'application, le moteur à essence a créé des facilités d'utilisation et des possibilités d'exploitation que la machine à vapeur n'aurait jamais pu susciter à un degré comparable, en dépit de tous les perfectionnements réalisés.

Des raisons impérieuses — les unes subordonnées encore au progrès en cours de réalisation et concernant l'économie de fonctionnement, les autres immédiates et urgentes, se rapportant à l'insécurité permanente qu'engendre l'emploi de l'essence — militent aujourd'hui en faveur de la substitution plus ou moins complète du moteur Diesel au moteur à explosion. L'Allemagne a déjà adopté cette mesure en ce qui concerne les embarcations de sa marine militaire et les Etats-Unis semblent être à la veille d'une décision analogue.

Un examen concret des réalisations les plus récentes de Diesel, rapide, permet de se rendre compte que, si la mise au point n'est pas encore un fait accompli, il serait injuste de considérer, à l'inverse, que les constructeurs n'ont pas encore franchi la première étape des succès de fortune.

Ils se sont, en tout cas, suffisamment affranchis de l'erreur initiale qui consistait à conserver aveuglément tous les principes propres à la conception du Diesel ordinaire à allure lente, pour les adopter plus ou moins ingénieusement aux nouvelles exigences proposées. Le moteur rapide doit être étudié *ab initio* en tant que tel, en laissant résolument de côté toutes les considérations qui s'avèrent incompatibles avec ce genre de fonctionnement et en s'inspirant largement de la constitution organique du moteur à essence, parvenu à un haut degré de perfectionnement. Il ne faut pas oublier, en effet, que les cycles théoriques des deux moteurs ne présentent pas en somme une si grande différence, lorsqu'on considère du moins les conditions de fonctionnement qui correspondent à une allure accélérée.

Les Diesel rapides actuellement construits sont tous à simple effet et tous, sauf les Junkers, à quatre temps. L'injection est opérée mécaniquement, suivant le procédé

qui tend de plus en plus à se répandre dans la construction même des gros moteurs lents.

Avec l'injection mécanique, la pompe à combustible constitue un organe tout à fait essentiel. Cette pompe doit refouler à très haute pression, à intervalles constants et avec une précision de l'ordre du millième de seconde, des quantités de liquide nécessairement faibles, pouvant être minimes au ralenti. Chaque cylindre doit, bien entendu, recevoir la même quantité que les autres, à une tolérance près que les appareils bien établis réduisent à environ 2 o/o.

Le moteur d'embarcation bénéficie, en ce qui le concerne, d'une exigence moindre pour le fonctionnement à puissance variable, du fait qu'il est utilisé presque toujours à pleine charge. Il suffit que le dosage du combustible soit réalisé de façon à assurer un fonctionnement à peu près convenable soit au ralenti, soit pour les manœuvres.

En ce qui concerne la construction proprement dite, les progrès de la métallurgie ont permis de faire face aux difficultés les plus urgentes. On a pu établir, en vue de résister aux fortes compressions, des pièces fondues en alliages d'aluminium, des aciers à haute teneur en nickel et aussi bien, obtenir des coulées en section mince dans des conditions que l'expérience révèle très satisfaisantes.

De même, l'emploi de pistons en aluminium a permis de réduire suffisamment l'importance des masses alternatives, pour parer à la nécessité d'un accroissement considérable des vitesses admises. Au surplus, il est plus aisé de réaliser dans de bonnes conditions des pièces plus petites, qui sont en même temps plus maniables et plus faciles à remplacer.

L'expérience acquise démontre clairement l'inanité de certaines vues théoriques, formulées d'ailleurs *a priori*, à l'encontre du Diesel rapide. En particulier, l'objection tenant à la lenteur de la combustion du liquide introduit dans le cylindre, lenteur qui serait incompatible avec l'obtention d'un rendement suffisant, pour des allures de rotation de l'ordre de 1.500 tours par minute, — le temps qui s'écoule entre le moment où le combustible est introduit et celui où la combustion s'est achevée ne dépassant pas quelques millièmes de seconde.

Cet argument se fonde sur l'hypothèse que tout le combustible introduit doit être vaporisé pour pouvoir brûler. Les faits donnent au contraire leur appui à l'hypothèse inverse, à savoir, qu'il suffit qu'une infime partie du combustible soit vaporisée au début, le reste brûlant sous forme de fines gouttelettes, à la surface desquelles s'opère la combustion, d'ailleurs favorisée par les heurts rapides qui se succèdent avec les particules d'air ambiant.

Sur la plupart des moteurs, le fonctionnement normal comporte des pressions élevées : 72 kgs pour les Junkers, et la pression de refoulement des pompes atteint jusqu'à 350 kgs, parfois 690. Certains moteurs fonctionnent à des pressions moindres ; leur chambre de combusion est complétée, à cet effet, par une chambre de pré-combustion ou un réservoir d'air, mais cela au prix d'une complication plus grande.

Enfin, des difficultés spéciales concernant le démarrage ou encore l'embrayage ont reçu des solutions diverses, appropriées spécialement au cas des embarcations. Nul doute que, dans ce domaine comme pour tant d'autres, l'importance de l'aplpication maritime ne doive contribuer puissamment à la mise au point d'ensemble du Diesel léger.

Louis Basso.

Mécanique appliquée

Un nouveau moteur à huile lourde du système Rochefort. — Il est inutile d'insister sur les dangers de l'essence à bord des aéronefs : avions et ballons dirigeables. Depuis longtemps déjà, un certain nombre de tentatives ont été faites pour mettre au point des moteurs à huile lourde ou des moteurs utilisant des carburants moins inflammables que l'essence, dits carburants de sécurité.

Un premier groupe de solutions — qu déjà signalées ici et sur lesquelles nous nous proposons de revenir, car elles ont fait des progrès sensibles — consiste à employer des moteurs Diesel légers. Parmi les moteurs de ce genre qui ont *volé*, nous mentionnerons : le moteur français Clerget, le moteur anglais Beardmore, le moteur allemand Juncker, le moteur américain Packard. Aucun de ces moteurs n'est encore dans la pratique courante. Quoique divers combustibles aient été essayés avec succès, le *gas oil*, produit qui distille immédiatement après les pétroles lampants, est l'huile généralement employée.

L'emploi de ce combustible relativement lourd dans les moteurs à combustion du cycle Diesel, plus ou moins modifié, exige la réalisation de nouveaux moteurs assez différents — notamment au point de vue du poids de ceux jusqu'à présent en usage dans l'industrie et même dans les automobiles. On peut donc estimer que la mise au point des nouveaux moteurs légers de ce cycle exigera un certain délai. Rien, d'ailleurs, ne permet de craindre que cette mise au point ne puisse finalement aboutir à d'excellents moteurs d'aéronautique.

Un autre moyen d'arriver à la sécurité que l'on recherche est de combiner les moteurs à explosion usuels pour les alimenter au gas oil.

Jusqu'à présent les tentatives faites dans cette voie n'ont jamais donné de résultats bien encourageants car la pulvérisation du combustible lourd était obtenue, soit par réchauffage, soit par raréfaction de l'air, ce qui, dans les deux cas, abaissait la valeur de l'énergie potentielle de la cylindrée, inconvénient qui s'accompagne, dans certains systèmes, de troubles dans le fonctionnement.

Le système Rochefort — qui a d'ailleurs été expérimenté sur de petits moteurs — donne actuellement de vives espérances car il emploie des moyens exclusivement mécaniques pour la pulvérisation du combustible lourd. Il mérite donc d'être signalé. Son succès permettrait d'adapter immédiatement les moteurs existants à l'alimentation au gasoil.

Quoique la pulvérisation mécanique soit maintenant la caractéristique des moteurs Diesel, il s'agit bien, effectivement, de moteurs à explosion à deux et à quatre temps.

L'injection de combustible pulvérisé est faite, en effet, *au début* de la course de compression.

Pendant les cycles précédents, une certaine masse de gaz carburé a été comprimée, comme nous le verrons, dans une petite capacité additionnelle au fond de la culasse, à une pression rigoureusement déterminée (de 6 à 12 kgr., par exemple). Grâce à l'absence de chauffage préalable, ce taux peut être atteint sans allumage spontané du mélange. Et c'est cette masse ainsi comprimée, qui va déchirer la mince lame d'huile introduite par une pompe devant la sortie des ajutages ou tuyères d'injection disposées, entre la capacité addi-

tionnelle et le cylindre du moteur. On obtient ainsi, grâce à divers dispositifs de détail sur lesquels nous ne pouvons insister, une excellente pulvérisation, quasi gazeuse du combustible lourd et des tourbillons qui assurent un mélange homogène avec l'air de la cylindrée.

Le piston, qui continue à monter, refoule d'ailleurs dans la chambre additionnelle, une partie du gaz carburé ainsi préparé qui sera utilisé de même dans le cycle suivant.

Un peu avant l'allumage, la chambre auxiliaire est rigoureusement isolée par la fermeture d'une soupape, renfermant alors, en régime permanent, exactement la même masse de gaz carburé qu'elle contenait avant l'injection.

Des moteurs monocylindriques ont ainsi parfaitement fonctionné et, dans un avenir prochain, trois moteurs polycylindriques seront réalisés avec ce système, dont deux pour l'aviation utiliseront ces gasoil.

Parmi toutes les solutions proposées pour l'alimentation des moteurs à explosion à l'huile lourde, celle de M. Rochefort est assurément l'une des plus intéressantes et nous aurons bientôt, nous l'espérons, l'occasion de lui consacrer une étude plus complète.

EDMOND MARCOTTE.

Mines

Les richesses minières de Madagascar. — I. — LES MINÉRAUX DES TERRAINS SÉDIMENTAIRES. — *Le fer.* — Le fer peut se présenter dans les terrains sédimentaires, soit sous une forme de couches interstratifiées (1), soit sous forme de filons d'oligiste, venus de la profondeur, et qui recoupent les formations interstratifiées, soit sous forme de pyrite de fer, en amas, en couches ou en filons.

Actuellement, le minerai de fer est produit en si grande abondance en Europe, à des prix si peu élevés, que les gisements de Madagascar, même les mieux situés, doivent être considérés comme inexploitables.

La pyrite de fer, au contraire, a un réel intérêt, si on la traite comme minerai de soufre, et non comme minerai de fer. La pyrite sert, en effet, à la fabrication de l'acide sulfurique, qui est le plus important produit de l'industrie chimique; en outre le soufre entre dans la fabrication de la poudre noire, et l'acide sulfureux est utilisé dans l'industrie sucrière.

Il y a un assez grand nombre de manifestations pyriteuses à Madagascar : tout d'abord, il y a des nodules de pyrite dans certains niveaux géologiques (crétacé de la Montagne des Français, près de Diégo-Suarez, cénomanien de la presqu'île de St-Sébastien); il est possible qu'on y trouve des lentilles de pyrite.

Près de Diégo-Suarez existe un gisement constitué par des grès cimentés par la pyrite, avec des accumulations de marcassite presque pure; l'étendue en est considérable; malheureusement l'épaisseur est faible (0 m. 10 à 0 m. 30), la teneur en soufre de l'ordre de 25 0/0, cette couche est recouverte de 15 à 30 mètres d'épaisseur de stériles. On n'y fait que des recherches par des galeries à flanc de coteau.

Cuivre. — Il y a peu d'espoir de découvrir des gisements intéressants, de cuivre, dans les terrains sédimentaires de Madagascar; c'est très regrettable, car la France est un des pays du monde les plus mal fournis de ce métal si important dans les industries électriques. L'Afrique équatoriale française, espérons-le (1), comblera ce déficit, qui a une répercussion sensible sur le développement de l'électrification de la France.

Plomb. — Le gisement d'Ankitokazo (province de Diégo-Suarez), situé dans les grès triasiques, au contact des terrains cristallins a fait l'objet de longues et coûteuses recherches, que le succès n'a pas encore couronnées. Le filon quartzeux, avec barytine, blende, chalcopyrite, est épais de 1 mètre environ, et s'étend sur plusieurs centaine de mètres; mais, il semble pauvre en profondeur.

Signalons que le gisement filonien de l'Andavakoera, dont nous reparlerons à propos de l'or, a produit une certaine quantité de galène, qui se trouvait dans la formation quartzeuse ou barytique du filon.

Ces gisements sont au contact des terrains métamorphiques quoique situés dans des terrains sédimentaires.

Chaux et ciments. — Tout l'Ouest de Madagascar est particulièrement favorisé au point de vue de la chaux et des ciments : du Nord de Vohémar jusqu'à Tuléar, l'industriel n'a que l'embarras du choix pour placer des fours à chaux : on en signale à Diégo (calcaires de l'aquitanien), à Maromandia (province d'Analalava, Lias et Jurassique), à Analalava (Jurassique), à Bemarivo, sur la rive gauche de l'Ikopa (province de Maevatanana) (Lias), à Majunga (nummulitique).

On peut considérer que les calcaires du jurassique contiennent, *dans l'ensemble de l'Ile*, des niveaux de calcaires à ciment.

Signalons que, tandis que le calcaire pour la fabrication de la chaux grasse doit avoir une haute teneur en carbonate de chaux, moins de 5 o/o de magnésie, très peu de silice et de fer, au contraire, les calcaires destinés à donner directement des ciments doivent contenir des proportions importantes d'argile.

Voici, par exemple, les teneurs convenables pour divers ciments :

	Argile	Carbonate de chaux
	p. 100	
Ciment Portland	25	75
Ciment à prise rapide	35	65
Ciment maigre	50	50

Gypse. — Le gypse est du sulfate hydraté de chaux qui sert à préparer le plâtre; on le rencontre disséminé dans des marnes ou en couches de quelques centimètres à Diégo-Suarez.

MM. Bertrand et Joleaud, dans une communication à l'Académie des Sciences, ont signalé des masses importantes de gypse au contact du trias et du lias au Nord de Kandreho (province de Maevatanama).

Phosphates. — Les phosphates de Madagascar sont de deux catégories :

A) — Des nodules phosphatés qu'on trouve à certains niveaux géologiques bien déterminés, notamment à Ambato-Boéni (province de Maevatanana), et à Maevarano, au Nord d'Ambato, dans le crétacé inférieur (probablement néocomien); au Sud de Soalala (province de Majunga), et entre Sitampiky et la Hopy (province de Majunga); enfin dans la région de Marovoay (province de Majunga), dans le turonien.

B) — Des phosphates résultant de la transformation des anciens guanos; ces guanos sont d'origine organique;

(1) C'est le cas de nos gisements de Lorraine, qui sont parmi les plus importants du monde.

(1) Grâce aux gisements de Mindouli dans le Congo français.

ils ont été déposés par les oiseaux, par les eaux fluviales, ils se sont concentrés dans les calcaires coralliens en se transformant en phosphates de chaux; ils forment des couches superficielles qui atteignent jusqu'à 1 mètre d'épaisseur.

La plupart des îles de la Côte Ouest de Madagascar renferment des gisements phosphatés plus ou moins riches; l'île Juan de Nova, la plus importante, a donné lieu déjà à une exploitation de plusieurs dizaines de milliers de tonnes; l'îlot-Boisé (Nosy-Anombo), Nosi-Fizaka, etc..., possèdent aussi de tels gisements.

Potasse. — Les grès verts albiens d'Ankomaka, sur le Manombo, au Nord de Tuléar (province de Tuléar) renferment des couches presque exclusivement composées de glauconie; elles titrent 6 o/o de potasse; on connaît mal leur importance. Les Américains utilisent ce minéral pour l'extraction de la potasse.

Charbon. — Le charbon est l'élément minéral le plus intéressant des terrains sédimentaires; bien que le charbon puisse apparaître dans un assez grand nombre d'étapes géologiques, il est, en général, localisé dans les terrains de la fin de l'époque primaire, en Europe, dans le carbonifère, et un peu dans le permien, dans l'ancien continent de Gondwana (Afrique australe, Inde, Australie, Brésil), surtout dans le permien et même dans les terrains de début de l'ère secondaire.

A Madagascar, indépendamment de quelques affleurements qui ont été relevés dans les provinces de Diégo et Nossi-Bé et qui ne paraissent présenter aucun intérêt industriel, il a été reconnu un gisement important dans le bassin géographique de l'Onilahy; ce gisement sera très prochainement mis en exploitation.

Lignite. — C'est un combustible d'un grand intérêt pour les pays dépourvus de charbon; pendant la guerre, l'exploitation des lignites a été très activement poussée en France; en Tunisie, le gisement de lignite du Cap Bon, qui ne présente qu'une seule couche, de 35 à 60 cm. d'épaisseur, a donné 185.000 tonnes.

M. Perrier de la Bathie a signalé une couche de 50 cm. de lignite près d'Ampasiry, au Nord de Kandreho, (province de Maevatanana); le pouvoir calorique est de près de 4.000 calories; cette couche paraît très étendue; on la retrouve le long de la falaise de Beronono jusqu'à Maevatanana, et notamment à Behazomaty (pouvoir calorifique près de 5.000 calories). Il serait particulièrement intéressant de trouver un affleurement au voisinage de la Betsiboka, qui est navigable dans cette région.

Un banc de lignite existe à 50 km. de l'embouchure du Fiherenana (province de Tuléar), dans le callovien: ce gisement ne semble pas très étendu, mais l'existence de calcaire à ciment au voisinage lui donne de l'intérêt.

Il existe du lignite dans le bassin d'Antsirabe, assez mal connu d'ailleurs.

Tourbe. — La tourbe existe dans la plupart des bas-fonds marécageux des Hauts-Plateaux; dans l'Ouest, les tourbières se rencontrent surtout dans les terrains arénacés de l'étage crétacé, et dans le delta des grands fleuves (Betsiboka, notamment).

Hydrocarbures. — Les manifestations pétrolifères ou bitumineuses sont très nombreuses à Madagascar, dans tout l'Ouest, depuis le Nord de l'Ile Ankaramy (province d'Analalava) jusqu'à l'extrême Sud des terrains sédimentaires.

La région privilégiée semble s'étendre dans les terrains triasiques, depuis le cours du Ranobe (province de Maintirano) jusqu'à la partie orientée Est-Ouest du cours du Manambolo; mais, nous ne connaissons pas, loin de là, toutes les manifestations d'hydrocarbures dans ces terrains. Quelques sondages (notamment à Maroboaly et Folakara, province de Maintirano) auraient donné du pétrole, mais ce qu'on observe surtout, c'est le bitume et les grés imprégnés de ce bitume.

II. — Les minéraux des terrains cristallins.

Le graphite. — Le graphite est actuellement le produit minéral le plus important de Madagascar tant par le tonnage exporté que par la valeur de cette exportation (valeur en 1929 : 30 millions de francs).

Depuis déjà quelques années, les exportations de Madagascar dépassent celles de Ceylan : Madagascar 16.000 tonnes en 1929 contre 13.000 à Ceylan.

Le graphite est très répandu dans le massif cristallin où ces gisements sont nombreux et importants.

Or. — La production d'or de Madagascar a été en croissant au cours des premières années de l'occupation depuis 0 jusqu'au joli chiffre de 3.696 kg. en 1909, qui représenteraient aujourd'hui une valeur de 46 millions de francs. C'était l'époque des grandes découvertes des gisements de Gri-Gri, du Betsiriry, de l'Andavakoera. Depuis, la régression de l'industrie aurifère est très nette surtout à partir de 1915 à 1921, où la production tombe à 456 kg. En 1922, elle remonte à 512 kg., mais en 1923, elle fléchit à 451 kg. pour tomber à 185 kg. en 1929. Cette chute tient aux causes suivantes :

Epuisement des parties superficielles des placers qui seules peuvent être exploitées « à la malgache », c'est-à-dire d'une manière rudimentaire;

Crise de main-d'œuvre peu rémunérée par le travail des alluvions et qui trouve sur les concessions agricoles, ou les mines de graphite des emplois à sa convenance.

Mica. — Madagascar produit de la muscovite, mica non magnésien, et de la phlogopite qui contient jusqu'à 29 o/o de MgO.

La muscovite se rencontre dans la pegmatite, dans laquelle, comme tous les minéraux accessoires de cette roche, elle forme des concentrations d'importance variable, toujours irrégulièrement distribuées.

La phlogopite, comme la pyroxénite, roche verte avec laquelle elle est en relation, prend l'allure filonienne.

Les exportations ont été en 1929 de 426 tonnes d'une valeur de 8 millions et demi de francs.

Pierres précieuses. — Depuis 1910, Madagascar exporte des quantités importantes de pierres précieuses, de compositions minéralogiques diverses, mais c'est surtout le béryl qui fournit la plus grosse partie de la production.

En 1929, il a été exporté 150 kg. d'une valeur de près de 3 millions.

Corindon. — Le corindon se rencontre dans notre colonie de l'Océan Indien dans les alluvions; il forme aussi des gisements en place.

Le corindon est employé comme abrasif pour la fabrication des meules à affuter les outils, de la poudre et de la toile d'émeri. Il est très sérieusement concurrencé par les abrasifs artificiels.

Madagascar n'a exporté en 1929 que 50 tonnes, mais ses gisements permettent d'atteindre un chiffre bien plus élevé.

Minerais radioactifs. — Les sources de radium sont à Madagascar, les minéraux contenant de l'oxyde d'uranium. Ces minéraux : bétafite, samiresite, ampangabeite, euxenite, etc., se rencontrent dans les pegmatites où ils forment des

concentrations plus ou moins importantes et irrégulièrement distribuées.

Minerais secondaires. — A quelques kilomètres au Sud d'Antsirabé, on rencontre dans les formations sédimentaires déposées dans les gneiss des dépôts d'autunites d'un très beau vert.

A la suite de la découverte des minerais radioactifs du Katanga, les prospecteurs de Madagascar ont dû arrêter leurs exploitations qui n'étaient plus suffisamment rémunératrices.

Zircon. — Son exportation a été en 1929 de 25 tonnes.

Les gisements exploités sont ceux de Beforona (Nord-Ouest de Vatomandry province de Tamatave) et de l'Ouest de Fianarantsoa.

Le zircon est utilisé en métallurgie pour la fabrication d'aciers spéciaux; il est employé comme produit réfractaire (il fond à 3000° environ) dans la fabrication des creusets, la construction des fours; on le mélange dans ce cas avec l'aluminium ou l'oxyde de thorium, il sert aussi à faire des filaments, de lampes électriques à incandescence.

Les zircons exportés de Madagascar titrent de 60 à 65 o/o, mais il est possible d'augmenter la teneur par une préparation mécanique appropriée.

III. — Minéraux non encore exploités.

Nickel. — Le gisement de Valozoro (province d'Ambositra) est important; les travaux de recherche ont démontré plus de 100.000 tonnes de nickel-métal. Lorsque la voie ferrée d'Ambositra à Fianarantsoa et à Manakara (côte Est) sera construite, nous serons en mesure de devenir un important producteur de nickel. Il y a des affleurements riches dans la région d'Ambatondrazaka (province de Moramanga).

Chrome. — Gros affleurements signalés de fer chromé près de Tamatave.

Titane. — Blocs de fer titané signalés près de Miandrivazo (province de Morondava).

Cuivre. — La mine Pachoud, près d'Ambositra, a donné lieu à des recherches qui ont démontré plus de mille tonnes de cuivre métal, et il reste encore une grosse partie du gisement à étudier. Près de Vohémar, un autre gisement est actuellement en prospection.

Amiante. — Un gisement est connu près de Maevatanana; d'autres sont connus, mais aucun n'est exploité.

L'amiante de Madagascar pourra un jour concurrencer l'amiante de Rhodésie, dont il est très voisin.

Etain. — Découvert il y a quelques années à peine dans des alluvions de la région de Brickaville (province de Tamatave).

Platine. — Découvert près de Vatomandry (province de Tamatave) et à l'Est d'Ambositra dans des alluvions aurifères.

Industrie

Le bois de Palétuvier en papeterie. — L'Ecole française de Papeterie, a examiné au point de vue de la fabrication du papier des échantillons de palétuvier de Madagascar qui lui ont été soumis par l'Institut National d'Agronomie Coloniale.

Les espèces essayées sont :

Rhizophora mucronata; Honkolahy.

Bruguiera gymnorhiza; Tsilolona.

Ceriops Boiviniana; Honkovavy.

Le dosage de la cellulose par la méthode Cross et Bevan a donné pour le *Rhizophora* 48,2 o/o, pour le *Bruguiera* 46 o/o, pour le *Ceriops* 45 o/o.

Les essais pratiques de fabrication auxquels se sont livrés MM. Vidal et Aribert ont montré que l'on peut obtenir un papier de palétuvier, et même un papier blanc, mais le blanchiment est assez difficile, il consomme beaucoup de chlore, et de plus le papier obtenu n'est pas très résistant. Néanmoins, le palétuvier peut donner une pâte intéressante pour les mélanges qui n'ont pas en vue la fabrication d'un papier blanc ni de grande résistance.

Une planche micrographique et un tableau de résultats d'essais insérés dans l'étude sont imprimés sur papier de Palétuvier dans l'*Agronomie Coloniale.*

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 février 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mlle Charpentier.* — **Sur les points de Peano des équations $y' = f$ pour lesquelles l'unicité de la solution est assurée d'un côté.**

THÉORIE DES VECTEURS. — *J. Doubnoff* (prés. par M. E. Borel). — **Sur les tenseurs fondamentaux d'une congruence rectiligne.**

HYDRODYNAMIQUE. — *G. Bouligand.* — **Sur le mouvement commençant d'une masse liquide.**

THERMODYNAMIQUE. — *J. Key.* — **Des conditions de la meilleure utilisation de l'énergie des eaux chaudes, naturelles et industrielles.**

ASTRONOMIE. — *B. Jekhowski* (prés. par M. E. Esclangon). — **Formule précise et simple pour l'identification de petites planètes.**

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Potonniée* (prés. par M. Helbronner). — **Sur la découverte en Russie des lettres inédites de Nicéphore Niepce, inventeur de la photographie.**

Cette correspondance de Niepce a été découverte dans les Archives de l'Académie des Sciences de Leningrad par M. Yermilof. Elle comprend 188 pièces couvrant 344 pages de texte.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *E. Mathias.* — **Sur la mort en foule des végétaux par l'éclair fulgurant.**

L'auteur démontre que la mort par l'éclair fulgurant est due aux rayons ultraviolets émis par l'éclair.

PHOTOMÉTRIE. — *J. Dourgnon* et *P. Wagnet* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Propriétés photométriques des surfaces diffusantes rugueuses.**

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *R. Zouckermann* (prés. par M. A. Cotton). — **Décharges de haute fréquence dans l'azote en présence du mercure.**

L'auteur a comparé les spectres de l'azote obtenus en présence du mercure pour des fréquences du courant d'excitation de $3.10^7 (\lambda = 10^m)$ et $\frac{1}{19.} 10^7 (\lambda = 570^m)$. Le gaz contenu dans le tube avait une pression de 0 mm. 4 environ. Le tube à décharges, en silice fondue transparente, avait une longueur de 3 cm. et un diamètre de 0 cm. 8. L'examen du tube se faisait à l'aide d'un spectrographe à réseau et d'un spectrographe Hilger à optique de quartz. Le domaine étudié s'étendait de 2.300 à 4.800

angströms environ. Les spectres observés comportaient principalement les bandes de N_2, N_2+ et CN, ainsi que de nombreuses raies Hg. Quand le tube avait fonctionné longtemps, on observait également quelques raies ultimes de Si (surtout 2516, 2 Å). En aucun cas on n'a observé de raies de l'atome N.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *G. A. Boutry* (prés. par M. Ch. Fabry) — **La surface caractéristique $i = f$ (F, V) d'une cellule photo-électrique à atmosphère gazeuse.**

L'auteur construit la surface caractéristique $i=f$ (F, V) d'une cellule S.C.A.D. (hémisphérique, à anode filiforme et cathode en potassium épais sensibilisé par décharge dans l'hydrogène), en série avec une résistance R de 500.000 ohms. Il y distingue six régions qu'il décrit.

RADIOACTIVITÉ. — *E. L. Harrington* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur la nature des groupements d'atomes radioactifs.**

Les groupements d'atomes radioactifs qui se forment dans les mélanges gazeux contenant du radon, sont constitués par des atomes radioactifs et un grand nombre de molécules polaires groupées autour du noyau. Celui-ci peut être une impureté, mais c'est plus généralement, sans doute, une association stable d'atomes radioactifs ionisés. Les molécules polaires formeraient ensuite des couches orientées autour du noyau. Ces couches auraient une tension de vapeur relativement faible et possèderaient une grande stabilité. Le champ électrique qui émane de ces groupements favoriserait la capture ultérieure de nouveaux atomes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mme Mathieu, Mathieu* et *Paic* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur quelques réactions se produisant à l'état solide.**

Les transformations qui peuvent se faire par broyage de deux matières solides n'ont pu permettre des observations que lorsqu'on put identifier une phase cristalline par son rœntgenogramme en voyant se faire par broyage au mortier de la transformation ZnS (wurtzite) → ZnS (blende).

Partant de là, les auteurs ont réalisé un certain nombre d'autres réactions par broyage au mortier de différents produits. Dans chaque cas étudié, ils ont pu, par les rœntgenogrammes, identifier les phases cristallines initiales et finales. Ils ont recherché, en outre, s'il existait une relation entre la marche des réactions se produisant à l'état solide et les volumes moléculaires de chacun des deux membres des réactions formulées. Les résultats sont exposés dans un tableau.

— *H. Muraour* et *G. Aunis* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les lois de combustion des poudres colloïdales contenant de la vaseline.**

Les auteurs ont poursuivi leurs recherches sur la variation de l'aire pressions-temps $\int p\,dt$ sur des poudres dans lesquelles l'abaissement de la température d'explosion du mélange nitrocellulose-nitroglycérine est obtenu non plus par addition de centralite, mais par addition de vaseline. Ils ont tracé un graphique indiquant que la diminution $\int p\,dt$ avec la densité de chargement est extrêmement faible pour les deux poudres étudiées (dont ils indiquent la composition). Ils montrent que ce sont les poudres dans lesquelles l'abaissement de température est obtenu par addition de vaseline qui se rapprochent le plus du type théorique brûlant à toute densité de chargement à une vitesse de combustion directement proportionnelle à la pression ($\int p\,dt$ constant à toute densité).

— *E. Rinck* (prés. par M. Matignon). — **Sur une transformation allotropique du calcium à l'état solide.**

Cette étude met en évidence l'existence de deux variétés allotropiques du calcium : 1° une forme α, stable en dessous de 450°; 2° une forme β, stable entre 450° et 848° point de fusion du calcium pur utilisé. Cette forme β ne se conserve pas à la température ordinaire.

— *E. Carrière* et *Raulet* (prés. par M. Matignon). — **Contribution à l'étude des complexes argento-hyposulfites de sodium.**

Se basant sur la méthode appliquée naguère à l'étude de l'équilibre oxalate de calcium-acide chlorhydrique, par MM. Carrière et Auméras (*C. R.*, 177, 1923, p. 1288), les auteurs ont recherché la nature du complexe argento-hyposulfite de sodium en solution par application de la loi d'action de masse aux ions en présence.

CHIMIE MINÉRALE. — *L. Hackspill* et *J. Weiss* prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur les hypophosphites de cœsium et de rubidium.**

Ces hypophosphites qui paraissent n'avoir jamais été préparés, ont été obtenus par les auteurs par deux procédés : 1° par double décomposition entre le sulfate de rubidium ou de cœsium et de l'hyposulfite de baryum; 2° par neutralisation de la base alcaline par l'acide hypophosphoreux.

Les propriétés des deux hypophosphites sont très voisines de celles des autres hypophosphites alcalins; leur densité augmente dans le même sens que le poids atomique, de même que l'affinité pour l'eau; leur décomposition pyrogénée est identique, à quelques degrés près.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mme Ramart-Lucas* et *Mme Bruzeau* (prés. par M. G. Urbain). — **Absorption et réactivité de la fonction cétone.**

Les recherches montrent qu'il paraît possible, 1° d'expliquer les variations dans l'activité chimique de la fonction cétone par une influence mutuelle entre les radicaux alcoylés présents dans la molécule et cette fonction sans que leur encombrement intervienne de façon appréciable; 2° d'établir une relation entre ces variations dans l'activité du groupe fonctionnel et la modification de son absorption, les deux phénomènes ayant une même cause : la présence, au voisinage de la fonction, de radicaux alcoylés.

— *A. Mailhe* et *Renaudie* (prés. par M. Matignon). — **Transformation des butylènes en carbures liquides.**

Les auteurs ont montré précédemment que l'éthylène et le propylène se transformaient en un mélange d'hydrocarbures aromatiques et éthyléniques, en présence du silicagel, entre 650° et 700°, à la pression ordinaire. Ils appliquent cette même méthode aux trois butylènes connus, butène-1, méthylbutène et butène-2 et exposent dans cette nouvelle Note les résultats obtenus.

L. Franchet.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Edmond Sergent, A. Donatien, L. Parrot* et *F. Lestoquard.* — **Considérations étiologiques sur la theilériose bovine nord-africaine.**

La théilériose bovine à *Theileria dispar* est transmise par la tique, *Hyalomma mauritanicum*. Les cas de théilériose observés à la fin de l'été sont dûs à des conditions exceptionnelles : infection successive de deux bovins par les mêmes tiques mâles ou infection par les nymphes détachées accidentellement de leur hôte à la fin du stade larvaire. Les cas sporadiques de la saison fraîche relèvent

de contaminations par les rares femelles adultes qui, nées tardivement, survivent parfois jusqu'au printemps. Enfin, l'absence de transmission héréditaire du virus chez la tique fait qu'il n'y a pas d'épizootie d'automne au moment où piquent les larves.

Ainsi s'expliquent tous les caractères de l'épizootie annuelle de théiléríose : par la biologie du microbe qui la cause et par la biologie de la tique qui la transmet.

GÉOLOGIE. — *Léon Moret* (prés. par M. A. Douvillé). — **Découverte du Purbeckien dans la chaîne du Semnoz, près d'Annecy (Haute-Savoie).**

Le Valangirien du Semnoz présente d'intéressantes variations de faciès suivant l'axe de la chaîne. A Vovray (Semnoz nord), il est franchement jurassien (Purbeckien), tandis qu'au Sud, au Nivollet, il est du type mixte dauphinois (Berriasien). Les faciès sont ici nettement obliques aux lignes tectoniques. Les calcaires lacustres à *Chara* de Vovray représentent, d'autre part, le dernier témoin, vers l'Est, et dans une chaîne tectonique alpine, des lagunes purbeckiennes, lagunes dont l'auteur a déjà montré qu'elles s'étaient étendues, au Sud, jusqu'à La Buisse, près de Voreppe.

— *V. Perebaskine* (prés. par M. L. Cayeux). — **Observations sur la géologie du Gabon.**

L'évolution de la région du Mayombe paraît présenter six phases : 1° plissement des schistes cristallins; 2° plissement des systèmes schisto-calcaire et schisto-gréseux, c'est-à-dire formation de la chaîne elle-même; 3° fractures sur le front occidental et transgression crétacée; 4° régression marine; 5° mouvements récents comparables à ceux étudiés par M. Fourmarier au Bas-Congo; 6° mouvements positifs, très récents, de la ligne de rivage, amenant la formation de lagunes à l'estuaire de plusieurs rivières, la profondeur de ces lagunes étant de l'ordre de 10 à 15 mètres.

CRYPTOGAMIE. — *Roger Heim* (prés. par M. L. Mangin). — **La spore chez les Inocybes: spécificité et variations.**

L'étude de l'ensemble des Inocybes montre que le sens de complication de la spore, allant du type phaséoliforme au type digitéolé, ne concorde pas avec le sens de perfectionnement morphologique des espèces. Des formes physionomiquement affines possèdent des spores très différentes. On ne peut concevoir, à l'intérieur du genre *Inocybe*, l'existence de plusieurs sériations arthogénétiques parallèles.

La spore, chez les Inocybes, possède une instabilité morphologique innée, expliquant la possibilité de mutations, voire de « novations », qui ont pu et qui peuvent héréditairement se maintenir.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *St. Jonesco* (prés. par M. J. Costantin). — **Formation des pigments anthocyaniques dans les plantules étiolées de Sarrasin et de Blé.**

Le phénomène de réduction ne joue aucun rôle dans le processus chimique de la formation des anthocyanes. L'oxydation est un phénomène général qui prend part à la transformation des chromogènes susceptibles de former des anthocyanes.

Il y a une catégorie de chromogènes générateurs d'anthocyanes, comme c'est le cas pour *Ampelopsis*, *Polygonum Fagopyrum*, *Prunus Pissardi*, etc., qui, sous l'influence de l'acide chlorhydrique seul et à chaud, se transforment rapidement en pigments rouges anthocyaniques.

— *E. Michel-Durand* (prés. par M. Molliard). — **Influence de la lumière sur la migration des matériaux nutritifs au moment de l'éclosion des bourgeons.**

L'influence de la lumière se manifeste au cours de l'éclosion des bourgeons de Marronnier, dès que les écailles à propolis commencent à se désimbriquer; il en résulte une augmentation de l'activité synthétique dans le bourgeon ainsi que des phénomènes d'hydrolyse suivis de migration dans le rameau; ces phénomènes sont en relation avec la formation de la chlorophylle.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *A. Brunel* (prés. par M. R. Fosse). — **Présence de l'allantoïnase dans de nombreux champignons.**

L'auteur a pu, dans 67 champignons, caractériser le ferment qui transforme l'allantoïne en acide allantoïque. Il a identifié par l'analyse quantitative élémentaire l'acide allantoïque produit par fermentation de l'allantoïne (sous l'influence de *Boletus scaber*).

PHYSIOLOGIE. — *Mme L. Randoin* et *R. Lecoq* (prés. par M. A. Desgrez). — **Constitution d'un nouveau régime alimentaire pour l'étude des avitaminoses B, régime relativement peu riche en glucides et riche en lipides.**

Pour l'étude précise et suivie de phénomènes pathologiques se produisant *au cours* des avitaminoses B, il serait intéressant d'utiliser parallèlement : le régime artificiel qui renferme 66 pour 100 de glucides et celui contenant 35 pour 100 de glucides et 26 pour 100 de lipides.

Tous les Pigeons soumis à ce dernier régime se comportent de la même manière : leur température centrale demeure remarquablement constante, la digestion, l'absorption sont convenables et l'on n'observe pratiquement pas de vomissements, cela jusqu'à la période finale où apparaissent, au bout de 20 à 30 jours, les symptômes typiques graves de la polynévrite.

— *A. et R. Sartory* et *J. Meyer*. — **Phénomènes apportés par l'irradiation sur le tissu cutané et sur la glande génitale mâle du lapin en fonction du mode d'application du rayonnement.**

L'irradiation fractionnée des testicules au moyen de 750 r administrés en 10 séances pendant 20 jours occasionne une stérilisation temporaire du testicule semblable à celle constatée pour une irradiation massive unique, de 2250 r. La stérilisation définitive du tissu séminal sans lésions cutanées a été obtenue avec une dose de 3000 r. fractionnée et espacée sur 24 jours, effet qui n'a pu être réalisé qu'avec production de lésions cutanées et généralisées, à caractère de malignité aiguë au moyen d'une dose massive de 3750 r. A la dose de 2250 r et encore à celle de 3750 r espacée sur 24 jours, le tissu interstitiel reste complètement indemne, tandis que la stérilisation du tissu séminal est complète. Il existe, par conséquent, à partir du seuil inférieur de la stérilisation complète du testicule (entre 2250 et 3750 r), un écart important entre la radiosensibilité des tissus séminaux et des tissus nourriciers, lorsqu'on fractionne et que l'on étale la dose.

PHARMACOLOGIE. — *Raymond-Hamet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Influence pharmacologique de la substitution d'un groupe méthyle sur le carbone β du méthylamino-(paraoxyphényl)-carbinol.**

La substitution d'un groupe méthyle sur le carbone β de la chaîne latérale du méthylamino-méthyl-(paraoxyphényl)-carbinol fait apparaître un caractère adrénalinique que ne possédait pas cette substance.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Jean Saidman*, *Roger Cahen* et *Jacques Forestier* (prés. par M. d'Arsonval). — **Actions des champs électriques de très haute fréquence sur les tissus organiques.**

Dans les arthropathies subaiguës ou chroniques, déjà justiciables de la diathermie, l'effet calorique profond est obtenu plus commodément par champ électrique de très haute fréquence (supérieur à 10.000.000 cycles) et permet d'éviter le contact direct des électrodes sur la peau.

Dans les névralgies dites rhumatismales, l'action analgésique des courtes longueurs d'onde est nettement supérieure à celle de la diathermie classique. Les auteurs n'ont jamais observé, dans les conditions d'emploi décrites (chaleur modérée correspondant à 600-1500 milliampères) des poussées d'activation douloureuse si fréquentes avec les autres méthodes.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *J. Verge* et *M. Vallée* (transm. par M. E. Leclainche) — **Le traitement des diarrhées des veaux par le bactériophage.**

Les auteurs ont réussi à mettre en évidence, dans l'intestin de sujets convalescents, un bactériophage spécifique, dont ils ont exalté la virulence par passages en série au laboratoire et étendu la qualité lytique par adaptation *in vitro* à de très nombreuses souches de colibacilles, souches isolées à partir d'excréments de veaux infectés. Le bactériophage obtenu, de virulence exacerbée et de polyvalence marquée, a été essayé à l'exclusion de toute autre médication dans le traitement des diarrhées des veaux en diverses régions de France.

Les résultats obtenus peuvent être résumés de la façon suivante: l'amélioration se fait sentir, en général, du deuxième au troisième jour; la diarrhée diminue et disparaît; l'animal reprend sa vivacité habituelle; l'appétit renaît et la guérison se manifeste, consolidée par les ingestions ultérieures du principe lytique.

P. Guérin.

Séance du 23 février 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Giraud.* — **Sur certains problèmes concernant des systèmes d'équations du type elliptique.**

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *G. Durand* et *G. Rabaté.* — **Sur deux conceptions de l'ensemble limitée d'une collection infinie d'ensembles ponctuels.**

THÉORIES DES FONCTIONS. — *G. Valison* (prés. par M. E. Borel). — **Remarques sur le théorème de M. Borel dans la théorie des fonctions méromorphes.**

CINÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *F. Haag* (prés. par M. M. d'Ocagne). — **Sur la réalisation de mécanismes à roulement pur.**

GÉOMÉTRIE. — *V. Lalan.* — **Contribution à l'étude de la courbe de poursuite.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *P. Delens.* — **Sur les congruences de courbes.**

ASTRONOMIE. — *Ch. Volet* (prés. par M. Bigourdan). — **Application de la méthode des moindres carrés au calcul des orbites d'étoiles doubles.**

HYDRODYNAMIQUE EXPERIMENTALE. — *R. Tremblot* (prés. par M. Cotton). — **Sur l'étude des courants gazeux au moyen des interférences.**

Partant d'une idée émise par Cranz, l'auteur a étudié la répartition des densités, celles-ci étant obtenues par la mesure interférentielle des indices. De la mesure du chemin optique résulte une détermination précise de la densité, d'où, par application de la formule de Saint-Venant, la répartition des vitesses en tous les points du fluide.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Ch. Fabry* et *H. Buisson.* — **Sur l'absorption des radiations dans la basse atmosphère et le dosage de l'ozone.**

L'affaiblissement d'un faisceau de radiations à travers l'atmosphère tient en partie, à la diffusion moléculaire, phénomène dont les lois sont connues. En corrigeant de cet effet les résultats de mesures, on obtient des valeurs qui sont celles de la densité optique de 1 km. d'air dues aux causes d'affaiblissement autres que la diffusion moléculaire, c'est-à-dire, absorption par l'ozone, éventuellement absorption par d'autres gaz, absorption ou diffusion par des particules autres que les molécules des gaz de l'air. De ces différentes causes, l'auteur recherche ce qui est dû à l'ozone.

OPTIQUE. — *L. Roy.* — **Sur la comparaison des effets de diffraction dans les télescopes et les lunettes.**

Le télescope, par suite de son obturation centrale, est inférieur à la lunette de même ouverture pour distinguer des points ou des lignes sombres sur fond lumineux ou pour apprécier de faibles contrastes entre plages contiguës, ce qui est le cas le plus fréquent dans les observations planétaires. Quant à la supériorité pour la séparation de points lumineux ou de lignes lumineuses sur fond sombre, elle est fictive, puisqu'il est toujours possible de masquer le centre d'un objectif. En outre, un télescope donné n'est pas équivalent à une lunette d'ouverture déterminée, puisque cette ouverture dépend essentiellement de la nature et de la grandeur de l'objet observé.

— *G. Bruhat* (prés. par M. A. Cotton). - **Sur l'absorption des solutions aqueuses d'acide tartrique.**

L'auteur, dans une première série de mesures (*Ann. de Physique*, I, 1930, p. 351), avait cru observer que l'absorption moléculaire de ces solutions diminuait avec la concentration. Dans une nouvelle série de mesures où la cause initiale d'erreur avait été éliminée, il a obtenu des valeurs plus faibles.

INDUCTION. — *P. Fourmarier* (prés. par M. P. Janet). — **Sur l'existence d'un flux magnétique anormal.**

M. Fourmarier reprenant l'étude faite par M. Mitkevich, montre, par de nouvelles expériences, que celles de cet auteur paraissent insuffisantes pour établir l'existence d'un flux magnétique anormal.

POUVOIR ROTATOIRE. — *R. de Mallemann* et *P. Gabiano* (prés. par M. A. Cotton). — **Variation du pouvoir rotatoire magnétique spécifique dans le passage de l'état liquide à l'état gazeux.**

La variation du pouvoir rotatoire magnétique dans le changement d'état peut être calculée très approximativement à partir du facteur $\varphi(n) = \frac{n^2+2}{3}$ de Lorentz : tout facteur sensiblement différent (celui de Gladstone, par exemple), serait nettement en désaccord avec l'expérience.

ÉLECTRICITÉ. — *L. Dubar* (prés. par M. P. Janet). — **Influence des traitements thermiques sur les caractéristiques des redresseurs à l'oxyde de cuivre.**

Les traitement thermiques que subit une plaque de redresseur lors de sa fabrication, déterminant la composition et la structure de l'oxyde, doivent avoir une très grande influence sur les caractéristiques électriques de cet appareil. L'auteur cherche donc à établir leur effet sur le rendement du redresseur et à en donner une explication.

ÉLECTROCHIMIE. — *G. Reboul* et *J. Sambussy* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur le passage du courant continu dans l'acétone.**

Les résultats obtenus antérieurement par M. Lafond, d'une part et M. Garrigue, d'autre part, présentaient des

différences dont MM. Reboul et Sambussy ont recherché la cause, en opérant soit à la lumière, soit à l'obscurité complète : dans le premier cas, ils ont constaté l'existence de variations comme celles indiquées par M. Garrigue; dans le second cas, ces variations disparaissent et les phénomènes présentent la régularité observée par M. Lafond. Les anomalies constatées sont donc dues soit à des effets actino-électriques, soit à la formation d'impuretés par action de la lumière sur l'acétone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. Battegay* et *L. Denivelle* (prés. par M. Delépine). — **Sur les chlorosulfinates d'aryle et les sulfites d'aryle.**

Les recherches effectuées par les auteurs confirment les résultats obtenus antérieurement par MM. W. Voss et Eric Blanke. En outre, elles leur ont permis de saisir et d'identifier le chlorosulfinate de phényle, substance mère de la famille des chlorures de monoarylbisulfites jusqu'à présent inconnus.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Paul Lemoine* (prés. par M. L. Cayeux). — **Résultats géologiques et hydrogéologiques d'un forage au Muséum national d'histoire naturelle.**

Ce forage, pratiqué dans les caves du laboratoire de Géologie, a fourni les renseignements suivants : 1° Découverte d'un faciès spécial et nouveau du Lutétien inférieur. 2° Détermination d'une cote précise de la base du Lutétien, indiquant l'existence d'un accident local, sur la rive gauche de la Bièvre. 3° Existence, en ce point, des Sables d'Auteuil, avec nappe captive. 4° Détermination des zones d'alimentation et des pertes de charge dans cette nappe. 5° Détermination approximative et rapports étroits entre le débit et le pouvoir absorbant de cette nappe.

— *Jean Lacoste* (prés. par M. L. Cayeux). — **Observations tectoniques sur le Rif méridional (région Moulay Bou-Chta).**

En allant du Prérif vers le Rif méridional, on ne trouve pas de nappes nouvelles, à éléments jurassiques et crétacés, superposés à la nappe Trias-Nummulitique. Tectoniquement, on va au contraire du complexe au simple. L'auteur ajoute que, dès l'Ouergha, on peut considérer le Nummulitique comme faisant lui-même partie de l'Autochtone.

CRYPTOGAMIE. — *Mme Mara Lechtova-Trnka* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur la présence d'un Ascomycète dans un tubercule d'*Astragalus alopecuroides* L.**

Dans les cellules du manteau du tubercule de cette Légumineuse, l'auteur a trouvé des hyphes mycéliens accompagnés de véritables périthèces avec asques at ascospores. Le champignon, qui paraît nouveau, désigné sous le nom d'*Ascorhiza Leguminosarum*, se placerait au voisinage des Aspergillées et des Monascées.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Dangeard* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **La sensibilité des Laminaires aux actions extérieures et l'iodovolatilisation.**

Les Laminaires vivantes, dans les conditions naturelles, présentent une sensibilité très grande à diverses actions extérieures. Cette sensibilité est telle qu'il faut envisager les alternatives d'émersion et d'immersion, les variations de température et le choc des vagues comme capables de provoquer de l'iodovolatilisation ou de faire varier son intensité.

Les algues coupées, rapportées au laboratoire, tout en restant bien vivantes, perdent assez vite la propriété de réagir aussi facilement; il faut alors une blessure entamant l'épiderme, ou une forte pression déterminant une sortie de liquide au dehors, pour provoquer une émission d'iode au voisinage immédiat de la région traumatisée.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *G. Nicola* et *Mlle Aggéry* (prés. par M. Molliard). — **Un nouvel exemple du rôle important des Bactéries en phytopathologie.**

L'aspect souffreteux d'un *Aralia* du Japon n'est pas dû uniquement aux taches de *Phyllosticta hedericola*, qui sont sur ses feuilles. Cet état général de souffrance est dû, d'après les auteurs, à des bactéries qui pullulent dans toute la feuille, principalement dans les plages blanchâtres où elles détruisent la chlorophylle à la base du pétiole et dans la tige. Les bactéries sont le premier et le principal coupable. Le parasite envahit les *Aralia* déjà contaminés par les bactéries.

ZOOLOGIE. — *Jean Roy* (prés. par M. M. Caullery). — **Sur l'existence de la parthénogenèse chez une espèce de Copépodes (*Elaphoidella bideus*).**

Le développement complet de 29 feuilles réparties sur 5 générations successives et obtenues en l'absence de tout mâle, démontre la parthénogénèse. Les mâles, s'ils existent, sont d'une extrême rareté et n'ont pas encore été observés.

PHYSIOLOGIE. — *Georges Morin* et *Jean Boucomon* prés. par M. F. Mesnil). — **Modifications de la chronaxie dans le rachitisme expérimental du Rat.**

Les expériences relatées dans cette Note, concordantes chez près d'une vinglaine d'animaux, montrent une augmentation constante et relativement peu marquée de la chronaxie dans le rachitisme expérimental.

M. Lapicque, à la suite de cette Communication, confirme les résultats annoncés par MM. Morin et Boucomont et fait remarquer que la farine blanche est une alimentation carencée pouvant donner, quand il n'y a pas d'addition d'autres aliments, tous les accidents du rachitisme.

SÉROLOGIE. — *G. Ramon, R. Legroux* et *M. Schoen* (prés. par M. Roux). — **Dissociation du complexe anatoxine-antitoxine diphtérique et récupération de l'anatoxine.**

La solution du floculat anatoxine-antitoxine, préparée dans les conditions indiquées et chauffée à 82°, s'identifie pleinement par ses propriétés avec l'anatoxine telle qu'elle est produite à partir de la toxine.

Par la même méthode qui permet de réaliser la dissociation du complexe toxine-antitoxine et la récupération de l'anticorps, les auteurs ont pu dissocier le complexe anatoxine-antitoxine et récupérer, cette fois, l'antigène, ceci grâce à certaines propriétés spéciales à l'anatoxine, bien mises en évidence par eux. Ainsi se trouve affirmée, une fois de plus, l'existence propre de ce dérivé nouveau de la toxine auquel a été donné le nom d'anatoxine.

MICROBIOLOGIE AGRICOLE. — *A. Dencolon* et *G. Barbier* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur les fermentations dans un milieu hétérogène et discontinu.**

Si, en milieu sableux, les phénomènes de diffusion et de migration sont aisés, dès une teneur de 6 à 8 pour 100 d'eau, il n'en est pas de même dans un milieu silico-argileux. Les taux d'humidité qu'on rencontre le plus souvent dans ces sols sont tels que les processus microbiens sont susceptibles d'y demeurer localisés et limités dans leur intensité. On peut voir là une explication de certains faits, tels que la distribution irrégulière des ni-

trates en des points voisins, l'influence activante de l'émiettement, l'échec de tentatives d'inoculation.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *H. Jacotot* (prés par M. Roux). — **Recherches sur la vaccination contre la peste bovine ; préparation de l'antigène par déshydratation de la pulpe splénique virulente.**

Lorsqu'on soumet la pulpe splénique des sujets atteints de peste bovine à une déshydratation rapide et aussi complète que possible, on obtient, après pilonnage, une matière pulvérulente qui, dès qu'elle a perdu sa virulence, c'est-à-dire après quelques jours de conservation à la température de 20 à 30°, constitue un antigène pectique doué tout à la fois d'activité et de stabilité. Cet antigène pourrait être utilisé en certaines circonstances comme vaccin.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Paul Pelseneer a été élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie en remplacement de M. A. Brachet, décédé.

Le Bureau représentera l'Académie aux fêtes du quatrième centenaire de la fondation du Collège de France. M. Lacroix prendra la parole.

— *Commissions des prix pour* 1931 :

Prix Francœur : MM. Emile Picard, Painlevé, Hamy, Lecornu, Hadamard, Goursat, Borel, Lebesgue.

Prix Montyon, Poncelet : MM. Emile Picard, Vieille, Leconu, Kœnigs, Goursat, Mesnager, Borel, Drach, Jouguet.

Prix Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, fondation Antoinette Janssen : MM. Emile Picard, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Lebesgue, A. Cotton, Esclangon, Maurain.

Prix Gay, fondation Tchihatchef, prix Alexandre Givry : MM. Douvillé, Mangin, Lallemand, Lecomte, Fournier, Bourgeois, Ferrié, Fichot, Perrier.

Prix du Ministère de la Marine, Plumey : MM. Emile Picard ,Vieille, Lallemand, Lecornu, Fournier, Bourgeois, Kœnigs, Mesnager, Laubeuf, Ferrié, Fichot, Perrier, Charcot, Drach, Jouguet.

Prix Kastner-Boursault, Gaston Planté, Hébert, Henri de Parville Hughes, Pierson-Perrin, fondation Clément Félix : MM. Emile Picard, Villard, Branly, Paul Janet, Brillouin, Perrin, A. Cotton, M. de Broglie, Ch. Fabry.

Prix Montyon des arts insalubres, Jecfer, fondation Cahours, prix Houzeau : MM. A. Lacroix, Le Chatelier, Béhat, Urbain, Bertrand, Desgrez, Matignon, Delépine, R. Fosse.

Prix Delesse, Victor Raulin, Joseph Labbé : MM. A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Mangin, L. de Launay, Sabatier, Cayeux, Ch. Jacob.

Prix Desmazières, Montagne, Jean Thore, de la Fons-Melicocq, de Coincy, Jean de Rufz de Lavison : MM. Bouvier, A. Lacroix, Mangin, Costantin, Lecomte, Dangeard, Gabriel Bertrand, Molliard, Blaringhem.

Prix Cuvier, fondation Savigny : MM. A. d'Arsonval, Bouvier, A. Lacroix, Douvillé, Marchal, Joubin, Mesnil, Gravier, Caullery.

Prix Montyon, Barbier, Bréant, Godard, Chaussier, Mège, Bellion, Larrey, Argut, Chales Mayer : MM. A. d'Arsonval, Roux, Brauly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Vincent, Calmette, Achard.

Prix Montyon, Pourat, Philipeaux : Fanny Emden : MM. A. d'Arsonval, Roux, Mangin, Richet, Quénu, Mesnil, Gravier.

Fonds Charles Bouchard : MM. A. d'Arsonval, Roux, Mangin, Branly, Richet, Quénu, Leclainche, Bazy, Mesnil, Gravier, Vincent, Calmette, Achard.

Prix Montyon : MM. Emile Picard, Lecornu, Lecomte, Borel, M. d'Ocagne, Lebesgue, Drach.

Prix Binoux : MM. Emile Picard, Bouvier, Bigourdan, L. de Launay, Richet, Emile Boret, Caullery.

Prix Henri de Parville : MM. de Launay, Bourgeois, Emile Picard, A. Lacroix, Emile Borel, Gravier, Paul Janet.

Médailles Arago, Lavoisier, Berthelot, Henri Poincaré : MM. de Launay, Bourgeois, Emile Picard, A. Lacroix.

Prix Gustave Roux, Thorlet, fondations Lannelongue, Trémont, Gegner, Hirn, Henri Becquerel, Mme Victor Noury : MM. de Launay, Bourgeois, Emile Picard, A. Lacroix, Lallemand, Bouvier.

Prix fondé par l'Etat (Grand Prix des Sciences physiques) : MM. d'Arsonval, A. Lacroix, Barrois, Douvillé, Le Chatelier, Dangeard, Caullery.

Prix Bordin : MM. Emile Picard, Painlevé, Lecornu, Hadamard, Goursat, E. Borel, Lebesgue.

Prix Lallemand : MM. d'Arsonval, Bouvier, Marchal, Richet, Joubin, Mesnil, Gravier.

Jrix Maujean : MM. d'Arsonval, Roux, A. Lacroix, Joubin, Mesnil, Gravier, Vincent.

Prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques pures ou appliquées) : MM. Emile Picard, Painlevé, Bigourdan, Lecornu, Hadamard, Emile Borel, Fichot.

Prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) : MM. Roux, Bouvier, A. Lacroix, Douvillé, Mangin, Dangeard, Joubin.

Prix Jean Reynaud : MM. Emile Picard, d'Arsonval, Roux, A. Lacroix, Breton E. Borel ,Molliard.

Prix du Baron de Joest : MM. d'Arsonval, Roux, A. Lacroix, Breton, Joubin, Mesnil, Vincent.

Prix Parkin : MM. Roux, A. Lacroix, Bigourdan, Douvillé, Richet, Mesnil, Vincent.

Prix Saintour : MM. Emile Picard, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Kœnigs, Emile Borel, Cotton.

Prix Lonchampt : MM. d'Arsonval, Roux, A. Lacroix. Mangin, Richet, Leclainche, Gabriel Bertrand.

Prix Henry Wilde : MM. Emile Picard, A. Lacroix, Bigourdan, Hamy, Kœnigs, Borel, Perrin.

Prix Hélène Helbronner-Fould : MM. de Launay, Bourgeois, Emile Picard, A. Lacroix, Blondel, Paul Janet, Breton, M. d'Ocagne, M. de Broglie, Desgrez, Séjourné, Charcot, Helbronner, A. de Gramont.

Fondation Roy-Vaucouloux : MM. Roux, Richet, Quénu, Bazy, Joubin, Mesnil, Vincent.

— *Donation.* — L'Académie est autorsiée à accepter la donation faite par M. Cazaux (Gaston, Léon, Julien) d'une rente de trois cent francs, à charge de fonder un prix de 1.500 fr., qui sera décerné tous les cinq ans à l'auteur de travaux concernant la physiologie, particulièrement les phénomènes psychiques étudiés du point de vue physique, physiologique et biologique.

Observatoire d'Alger. — Le poste de directeur est déclaré vacant. Un délai d'un mois (expirant le 16 avril) est accordé aux candidats pour produire leurs titres.

Comité Consultatif de l'Enseignement supérieur. — Sont nommés membres du Comité :

Commission des sciences.

MM. Léger, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble.

Maige, doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Lille.

Bigot, prafesseur à la Faculté des Sciences de l'Université de Caen.

Commission des Sciences médicales et de la pharmacie.

M. Imbert, doyen de la Faculté mixte de médecine générale et coloniale et de pharmacie de Marseille.

Monument Charles Moureu. — Le 13 juin 1929, le chimiste Charles Moureu, né à Mourenx (Basses-Pyrénées), est mort à Biarritz. Par les services qu'il a rendus à la Science et à sa parie, il mérite d'être appelé un grand Français. Sur l'initiative de l'Académie de Béarn, ses amis, ses élèves, ses admirateurs se sont groupés pour élever un monument à sa mémoire. Ce monument, dû au sculpteur E. Gabard, sera érigé à Pau; des bustes seront placés au Collège de France, à la Faculté de Pharmacie de Paris, à Mourenx.

Les souscriptions sont reçues :

A Paris : au Collège de France, Place Marcelin Berthelot, par M. Badoche, assistant de la chaire de Chimie Organique;

A Pau : chez M. le docteur Sabatier, 7, rue Latapie.

Une médaille et un livre d'or contenant la liste des souscripteurs seront édités et envoyés à titre de souvenir aux personnes qui auront souscrit plus de 100 francs.

Facultés des Sciences. — *Admission aux épreuves du doctorat ès-sciences.* — Le *Journal Officiel* du 1er mars a publié le décret du 25 février relatif aux conditions d'admission aux épreuves du doctorat ès-sciences :

Art. 1er. — Pour être admis à subir les épreuves du doctorat ès-sciences, les candidats devront justifier du diplôme de licencié avec mention d'un des groupes suivants :

I. — Calcul différentiel et calcul intégral.

Mécanique rationnelle.

Physique générale ou un troisième certificat de l'ordre des sciences mathématiques, à l'exclusion du certificat de mathématiques générales.

II. — Physique générale.

Mécanique rationnelle ou mécanique appliquée, ou mécanique expérimentale. Un troisième certificat, au choix du candidat, de l'ordre des sciences mathématiques ou physiques, à l'exclusion du certificat de mathématiques générales (M. G.), du certtificat d'études supérieures portant sur les mathématiques, la physique et la chimie (M. P. C.); et du certificat d'études supérieures portant sur la physique, la chimie et l'histoire naturelle (S.P.C.N.).

III. — Physique générale.

Chimie générale.

Un troisième certificat, au choix du candidat, à l'exclusion du certificat d'études portant sur les mathématiques, la physique et la chimie (M. P. C.), et du certificat d'études supérieures portant sur la physique, la chimie et l'histoire naturelle (S. P. C. N.).

IV. — Zoologie.

Botanique.

Géologie.

Un des 3 certificats pourra être remplacé par un des certificats suivants : physiologie générale, biologie générale, physique générale, chimie générale, chimie physique, chimie biologique, minéralogie.

V. — Biologie générale, ou zoologie, ou botanique.

Physique générale, ou chimie générale, ou chimie physique, ou chimie biologique.

Un des certificats suivants au choix du candidat : zoologie, botanique, physiologie générale, biologie générale.

Art. 2. — Toutefois les licenciés ès-sciences pourvus de 3 certificats d'études supérieures ne correspondant pas à l'un des groupes déterminés par l'article précédent pourront être admis à subir les épreuves du doctorat ès-sciences après avis favorable du Conseil de la Faculté.

Art. 3. — Le décret du 4 janvier 1922 est abrogé.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences. Soutenance de thèse.* — La thèse suivante a été soutenue par M. Kajuvara, le 16 mars, pour le Doctorat d'Université : « Recherche sur le mécanisme des troubles de la coordination nerveuse sous l'influence de l'alcool. »

Muséum national d'Histoire naturelle. — Un emploi de Sous-Directeur de laboratoire à la chaire de Physique végétale du Muséum d'Histoire naturelle est actuellement vacant.

Les candidats sont priés d'adresser leurs titres à M. le Directeur du Muséum, 57, rue Cuvier, Paris (5e), avant le 20 avril 1931.

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — M. Kampé de Fériet, Maître de Conférences de Mécanique rationnelle, Professeur sans chaire, est nommé Professeur de Mécanique des fluides, chaire nouvelle.

Université de Bordeaux. — *Faculté des Sciences.* — M. Pierre Daure, chargé du Cours de Physique expérimentale est nommé Professeur de Physique, en remplacement de M. Mercier.

Université de Clermont. — *Faculté des Sciences.* — Il est institué un certificat d'études supérieures d'analyse supérieure.

— *Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie.* — Un concours pour l'emploi de professeur suppléant d'anatomie à l'Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Clermont s'ouvrira le 19 octobre 1931 devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

— Un concours pour l'emploi de professeur suppléant de la chaire de clinique obstétricale à l'école de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Clermont s'ouvrira le 20 octobre 1931 devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de l'Université de Toulouse.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Nantes. — Sont institués Professeurs suppléants pour une période de neuf ans : Ophtalmologie, M. le Dr Sourdille; Histoire naturelle, M. Rousseau.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Grenoble. — Un concours pour un emploi de professeur suppléant des chaires de pathologie et de clinique médicales à l'école préparatoire de Médecine et de Pramacie de Grenoble s'ouvrira le mercredi 28 octobre 1931 devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Annuaire Astronomique et Météorologique Camille Flammarion. Publié par l'Observatoire de Juvisy. In-16 de 440 pages et 92 figures. E. Flammarion, éditeur, Paris. — Prix : 12 francs.

L'Annuaire Astronomique Camille Flammarion, qui, depuis 67 ans est le compagnon précieux de ceux qui étudient le ciel et qui avait conservé à peu près sans changement, le plan que lui avait donné son fondateur, a subi, cette année, des modifications profondes, à notre avis des plus heureuses. L'ordre nouveau est clair et logique, les sujets se suivent sans se mêler, les données sont faciles à trouver, la rédaction a été rénovée et correspond à l'esprit de l'astronomie actuelle. L'Annuaire Camille Flammarion est à la fois un annuaire et un petit traité d'astronomie où le lecteur trouve pour chacun des corps célestes non seulement des renseignements numériques, mais aussi toutes les explications nécessaires pour en saisir la nature. La refonte qu'il vient de subir, qui était rendue nécessaire par le développement de la science, sera bien accueillie par tous. Voici quels sont les titres des chapitres successifs : Les calendriers. Le Soleil. Les Planètes. La Terre. La Lune. Comètes et météores. Etoiles et nébuleuses. Le ciel étoilé, agenda quotidien des observations. Météorologie. Données physiques utiles aux astronomes. J. B.

Données numériques de Physique du Globe, rédigées par Ch. Maurain, Ch. Brazier, L. Eblé, H. Labrouste, et Ed. Salles. In-4° de 60 pages (extrait du vol. VI des *Tables annuelles de Constantes*). Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : relié, 50 fr.; broché, 34 fr.

Ce fascicule des Tables annuelles de Constantes a été rédigé par les géophysiciens de l'Institut de Physique du Globe de Paris. Il contient non pas seulement des tables de données numériques, mais aussi un grand nombre de renseignements divers, de définitions, de petits exposés, que les géophysiciens et les météorologistes auront grand intérêt à consulter. Il est partagé en huit chapitres : Forme du Globe, densité, pesanteur; Séismologie. Magnétisme terrestre. Electricité atmosphérique. Aurores polaires. Radioactivité, des roches, des sources, de l'air. Radiation solaire, atmosphérique et terrestre. Météorologie.

J. B.

Données numériques d'Electricité, Magnétisme et Electrochimie, rédigées par A. Buffet, L. Durand, G. Foex, R.-L. Fortrat, N. Marinesco, N. Thon. Un vol. in-4° de XIX-152 pages, extrait du vol. VII des Tables annuelles de Constantes et données numériques. Gauthier-Villars, éditeurs. — Prix : 80 francs.

Les tables et les données relatives à l'Electricité ont été rédigées par MM. Durand et Marinesco. Elles se rapportent à la Résistivité de quelques éléments et de quelques alliages; à l'effet Thomson, à la force thermo-électrique et à des données pratiques sur les isolants et les conducteurs.

Le chapitre sur le Magnétisme est dû à MM. Foëx et Fortrat. Il contient des données sur le Ferromagnétisme, le para et le diamagnétisme, les grandeurs atomiques, la magnétochimie, les effets galvano et thermo magnétiques.

Le chapitre sur la conductibilité des électrolytes est dû à M. Buffat, celui sur les forces électromotrices à M. N. Thon. J. B.

Données numériques de Spectroscopie. Spectres d'émission, spectres d'absorption, électro et magnéto optique, rédigées par L. Bruninghaus, V. Henri, F. Wolfers. In-8° de XIX-513 pages (extrait du Vol. VII, années 1925-1926 des *Tables annuelles de Constantes*). Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 170 francs.

Les données numériques de spectroscopie sont parmi les plus nombreuses; aussi le volume qui leur est consacré est particulièrement important. Chaque table est précédée d'une analyse succincte, mais suffisante, du mémoire dont elle est extraite; lorsque le mémoire ne comporte pas de données numériques, quelques lignes indiquent cependant son objet, si bien que le volume donne une image complète des progrès de la spectroscopie dans les deux années 1925-1926. Les chapitres sur les Spectres d'émission est dû à M. L. Bruninghaus, celui sur les spectres d'absorption à M. Victor Henri, celui sur l'électro et la magnéto optique à M. F. Wolfers.

Les éditeurs des Tables annuelles des Constantes et données numériques ont été heureusement inspirés en mettant en librairie des extraits de leurs volumes annuels. Ils permettent ainsi à chaque spécialiste de se procurer les données qui l'intéressent sans être obligé d'acheter tout ce qui se rapporte aux autres sciences. J. B.

Synthèses et catalyses industrielles. Fabrications minérales par Paul Pascal, Professeur à la Sorbonne. 2e édition. In-8° de II-456 pages. Hermann et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 70 francs.

Ce volume est la deuxième édition du traité, devenu classique, dans lequel le Professeur Pascal avait publié ses leçons données à l'Université de Lille de 1919 à 1922. L'ouvrage n'a pas subi de remaniements très profonds; l'auteur lui a conservé son caractère mi théorique, mi appliqué, en complétant seulement sur certains points la documentation technique pour la tenir au courant des progrès industriels. Les procédés synthétiques et catalytiques constituent le principe des divers chapitres, mais on a eu soin d'y adjoindre parfois certains modes de préparation, ou certaines fabrications dérivées pour donner une idée d'ensemble des industries correspondantes. Par contre, on n'a développé que les points de théorie nécessaires à la compréhension particulière des réactions industrielles considérées. L'ouvrage est subdivisé en trois parties : Le problème de l'Azote (260 pages), industrie de l'Azote ammoniacal, industrie de l'acide nitrique, fabrication de l'acide nitrique concentré. L'industrie de l'Acide Sulfurique (150 pages). L'industrie du Chlore et de l'Acide Chlorhydrique (20 pages). Ceux qui veulent connaître les méthodes modernes de travail dans la grande industrie chimique auront tout avantage à le consulter.

J. B.

Leçons de Chimie analytique, par Alcide Jouniaux, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille. In-8° de VIII-350 pages. Hermann et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 60 francs.

Ces leçons sont la reproduction d'une partie de l'enseignement de l'Auteur à la Faculté des Sciences de Lille. Elles s'adressent à des lecteurs déjà au courant des principes et des théories. Les généralités qu'elles contiennent sont d'ordre purement analytique. Tout en insistant sur les détails techniques dont son expérience éprouvée des laboratoires d'enseignements lui a suggéré l'intérêt, l'auteur s'est efforcé de montrer que les prescriptions expérimentales sont imposées par les propriétés physico-chimiques de la matière, et que l'Analyse est non pas sou-

mise à l'empirisme, mais réglementée par les disciplines de la Chimie. A un intérêt utilitaire évident, son livre joint donc une valeur éducative importante pour la formation d'esprit des futurs chimistes.

L'ouvrage comprend quatre parties. La première traite des opérations de l'analyse pondérale, la précipitation, le lavage et la filtration, la dessiccation, la pesée, le calcul des analyses et l'interprétation des résultats. Ces généralités sont appliquées dans la deuxième partie au dosage pondéral des anions et de cations; l'auteur n'a pas manqué d'attirer l'attention sur l'intérêt que présente l'introduction des réactions organiques dans les dosages minéraux. Les dosages étudiés sont parmi les plus précis et les plus importants dans les opérations pratiques. La troisième partie est consacrée aux dosages organiques, analyse élémentaire, revue des composés susceptibles d'être atteints par la gravimétrie. L'ouvrage se termine par l'analyse électrolytique dont l'application au dosage des métaux usuels et de leurs alliages est précisée par le rappel des lois et des caractéristiques de l'électrolyse aqueuse. De nombreux renvois bibliographiques permettent de remonter aux sources originales. J. B.

Cours de Physique (Cours de l'Ecole Polytechnique), par A. Lafay, Professeur à l'Ecole Polytechnique. In-4° de 666 pages avec nombreuses figures. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 125 francs.

Les cours de l'Ecole Polytechnique sont, en règle générale, lithographiés et distribués aux élèves qui sont ainsi déchargés du souci de prendre des notes et qui peuvent suivre sans gêne les explications du professeur. Ces cours lithographiés, révisés chaque année par le professeur finissent par être mis sous une forme qui, tout autant que le développement de la science le permet, peut être considérée comme définitive; mais ils sont strictement réservés aux élèves. Il a paru à l'administration de l'Ecole qu'elle rendrait grand service aux étudiants de toute origine, en chargeant un éditeur de publier en volumes mis dans le commerce les cours de ses illustres professeurs. Plusieurs ont déjà paru; le volume que nous annonçons aujourd'hui est le premier tome du Cours de Physique du Professeur Lafay, tome contenant les leçons professées aux élèves de première année, sur l'*Acoustique* et l'*Electricité*. Il serait inutile et quelque peu outrecuidant de faire l'éloge d'un tel cours. C'est une bonne fortune pour les étudiants qu'ils puissent y avoir recours. En félicitant l'Ecole Polytechnique et la librairie Gauthier-Villars d'avoir entrepris cette publication, nous ne pouvons nous empêcher d'émettre le regret qu'un format aussi incommode ait été adopté. J. B.

The Rotation of the Galaxy, par A. S. Eddington. Une brochure in-8° de 30 pages avec 3 figures et une planche hors texte. Oxford University Press; Humphrey Milford, éditeur de l'Université. — Prix : 2 sh. 6 d.

Un des problèmes auquel les astronomes se sont le plus récemment attaqué est celui de la rotation de l'ensemble des astres qui forment notre univers, la Galaxie. Quoique ce ne soit pas là le sujet principal des recherches de A. S. Eddington, l'illustre astronome anglais n'a pu manquer d'être attiré par l'intérêt général de ce problème, et il en a fait le sujet de la Halley Lecture donnée le 30 mai 1930 et publiée par l'Oxford University Press. Comme dans tous ses exposés, Sir Arthur Eddington ne s'est pas contenté de rapporter les travaux des autres, mais il y ajoute des idées originales et profondes. De plus, il sait admirablement mettre les problèmes difficiles à la portée de ses lecteurs. Quoique la brochure que nous signalons soit bien peu étendue, elle en apprendra plus aux astronomes comme aux autres, que bien des mémoires rébarbatifs, et nous ne saurions trop en conseiller la lecture. J. B.

Commutatrices et convertisseurs rotatifs, par M. Barrère, Ingénieur-Conseil, chef des travaux électrotechniques à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures. In-8° de 494 pages avec 371 figures. J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Prix : 90 francs.

Quoique l'introduction dans la pratique industrielle des appareils de conduction ionique de forte intensité apporte au problème de la transformation du courant une orientation nouvelle, la commutatrice est toujours un des aides les plus utiles à l'électrotechnique. Comme principe aussi bien que comme réalisation matérielle, elle soulève quelques-uns des problèmes les plus ardus de l'électricité, mettant en jeu à la fois les problèmes de la machine à courant continu, en particulier ceux de la commutation qui sont parmi les plus complexes, et les problèmes de la machine à courant alternatif, ceux des phénomènes harmoniques si difficiles à résoudre. Il y a peu de machines qui accumulent un aussi grand nombre de difficultés à la fois théoriques et pratiques. Aussi la connaissance approfondie de la commutatrice demande une revue complète des problèmes électrotechniques. Quel que soit l'avenir de ces instruments, leur étude restera donc toujours un des plus intéressants et l'on doit remercier M. Barrère d'avoir rédigé le très important ouvrage que nous signalons, où l'on trouvera, à la suite de l'étude théorique complète du problème, l'étude de chacun des éléments constitutifs des machines, des calculs d'établissement, et des spécifications de machines construites. J. B.

Le Phonographe et ses merveilleux progrès, par P. Hémardinquer, préface de Louis Lumière. In-16 de 278 pages et 161 figures. Masson et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 24 francs.

Le phonographe n'est plus comme autrefois un instrument nasillard et bruyant, application admirable, sans doute, des lois de la physique, mais déformateur de sons, mettant au supplice les musiciens. La plupart de ses défauts ont été corrigés, l'étendue des sons qu'il peut reproduire comprend presque tous les sons audibles; une audition phonographique peut remplacer parfois, avec avantage, un concert. Aussi l'industrie de la machine parlante a-t-elle pris un développement remarquable. Comment ces progrès ont-ils été possibles, quelle était l'origine des défauts qu'il a fallu corriger, que reste-t-il à faire pour obtenir des reproductions parfaitement fidèles? Le petit livre de M. Hémardinquer l'indique avec une grande clarté. Tous ceux que séduisent les applications de la science, tous ceux qui aiment la musique, trouveront à sa lecture le plus grand intérêt. J. B.

Les méthodes modernes d'éclairage (Technique de l'utilisation de la lumière), par J. Wetzel. Deuxième édition. In-8° de 192 pages et 141 figures. Léon Eyrolles, éditeur, Paris. — Prix : 22 francs.

L'art de l'éclairage a fait des progrès considérables dans ces dernières années. Il a transformé les voies publiques, les devantures de magasins, les salles de réunions; il pénètre dans nos intérieurs. L'augmentation de bien-être qu'il apporte est indéniable. Si, en ce qui concerne les locaux d'habitation, les systèmes d'éclairage si originaux et si attrayants que proposent les ouvrages de propagande

reposent, en réalité, sur une consommation d'énergie hors de proportion avec l'ancienne lampe familiale dont nous nous garderons de médire, l'éclairage des grandes salles de travail et de réunion a pu se perfectionner sans devenir sensiblement plus coûteux. Une judicieuse répartition des foyers lumineux, des précautions efficaces contre l'éblouissement et contre les ombres trop crues, un choix raisonné de la puissance des lampes utilisées, suffisent le plus souvent pour assurer, avec tout le confort souhaitable, l'éclairage nécessaire, sans entraîner de dépenses supplémentaires de courant, parfois même avec économie. Mais ces installations ne peuvent plus être laissées à l'empirisme. Elles reposent sur une technique qui, depuis quelques années s'est assez bien établie pour pouvoir faire l'objet d'un enseignement régulier. L'ouvrage de M. J. Wetzel donne précisément l'essentiel du cours qu'il professe à l'Ecole spéciale des Travaux publics. On y trouve une méthode pratique d'établissement d'un projet d'éclairage et des exemples de projets qui rendront de grands services aux installateurs, ingénieurs, architectes, et, en général, à toutes les personnes qui désirent améliorer l'éclairage de leur usine, de leur magasin ou de leur intérieur.

J. B.

Annuaire économique colonial, *commerce et production des colonies françaises et des matières premières coloniales* (4e édition), publié par l'*Institut colonial de Marseille*. In-4° de XXVII+433 pages, Marseille, Institut colonial, 1930. — Prix : 60 francs.

L'Institut colonial de Marseille a publié pour la quatrième fois, en 1930, un des Annuaires les plus complets et les plus instructifs qui existent en langue française. Au moyen de statistiques puisées aux meilleures sources, il donne une idée précise, non seulement des principales productions de nos colonies, mais de la place occupée par chacune dans la production totale du monde et de l'état général du marché des produits, indispensables données qu'oublient trop souvent, volontairement ou non, ceux qui sont assez myopes pour voir dans les colonies un simple marché réservé aux activités bancaires et industrielles de la métropole : conception fausse au point de vue économique pleine de périls au point de vue politique. La simple comparaison des deux parties de l'ouvrage, la première consacrée aux productions des colonies françaises, la seconde consacrée aux mêmes produits dans le monde entier (céréales, matières grasses, café, cacao, thé, sucre, fruits coloniaux, caoutchouc, coton, laine, soie, jute, cuirs et peaux, bois), montre d'une manière saisissante que les produits de nos colonies, malgré les progrès réalisés, ne forment partout qu'un très faible appoint du marché général : appoint qui n'a quelque valeur de masse que pour le riz et les matières grasses d'origine végétale (voir le tableau de la page XXIX). Or, le marché général est dominé aujourd'hui par la crise des matières premières qui a déterminé, en 1929, une véritable débâcle des prix de gros (voir le graphique de la page XXX, dressé d'après le *Guaranty Trust Company* et le département du commerce des Etats-Unis). Quelles que soient les mesures fiscales, les barrières douanières, les primes ou subventions imaginées pour protéger la production coloniale française, celle-ci, rien que par sa faible masse relative, est condamnée à sentir tout le poids des dépressions économiques et notamment la dépression actuelle. Comment empêcher notre économie coloniale de succomber ? Comment lui assurer, dans l'avenir, une santé durable ?

M. Emile Baillaud, secrétaire général de l'Institut colonial, s'est efforcé de répondre à ces questions ; il le fait (pages VII-XXI), dans une *Introduction* nourrie de faits, d'intelligence et d'expérience, dont la lecture rafraîchira les esprits lassés et déçus par la littérature de publicité que répandent chez nous tant d'illusionnistes et d'affairistes coloniaux : les adeptes sincères de la « mise en valeur », — il y en a — y puiseront d'utiles leçons. M. Baillaud estime que nous ne pouvons nous soustraire aux lois du marché général : les mesures de protection peuvent avoir une utilité temporaire et limitée — concession que l'auteur me paraît faire à contre-cœur aux préjugés du jour — mais elles ne suffiront jamais à assurer la prospérité de nos colonies. La crise de surproduction est une réalité. Pourquoi ? Parce que les techniques scientifiques ont accéléré le rythme des productions de culture et de cueillette selon une cadence qu'il était impossible de prévoir il y a seulement une trentaine d'années : rappelons-nous l'éminent physicien anglais, sir William Crookes, prophétisant, en 1898, la disette du blé pour 1930, année où le prix du blé s'avilit sous l'énorme charge des stocks entassés ! Malgré l'aumentation de la population de la planète, la consommation n'a pu suivre la production. Trop de produits offerts, trop peu d'acheteurs ; de là la chute des prix, et, par répercussion, la crise économique qui s'est déclarée, dans nos colonies, bien avant d'atteindre la métropole. La consommation ralentie ou stationnaire ne pourra être de nouveau stimulée que par le tassement des prix. Comment y arriver ? Deux moyens : le développement des procédés scientifiques qui permettront de produire mieux, à meilleur compte ; l'utilisation de routes et de moyens de transport qui grèveront le trafic de la moindre somme de frais possible. Le premier moyen demande, pour être appliqué, des cadres techniques et une main-d'œuvre expérimentée qui nous font défaut, surtout la main-d'œuvre, dans la plupart de nos colonies, mais une sage politique coloniale devra nous permettre peu à peu d'y remédier. Le second moyen comporte l'organisation des transports maritimes, les seuls vraiment économiques. La prospérité de nos colonies est intimement liée aux routes maritimes ; leur avenir est sur ces routes-là, et non ailleurs.

CAMILLE VALLAUX.

Manuel de Laboratoire pour l'industrie des goudrons de lignite, par M. le Prof. Dr Ed. GRAEFE, Ingénieur, traduit par Ad. Jouve, Ingénieur-Conseil, ancien préparateur de chimie à l'Ecole Polytechnique. In-8° de 200 pages avec 64 figures. Ch. Béranger, éditeur, Paris, Liège. — Prix :

On sait quelle est l'avance des Allemands en matière de lignite. L'ouvrage du docteur-ingénieur Graefe, fait autorité et l'on ne pourrait comprendre les communications d'Outre-Rhin sans connaître exactement les méthodes opératoires d'après lesquelles sont tirées les résultats publiés. Grâce à l'excellente traduction de M. Ad. Jouve, il sera facile pour un chimiste d'effectuer n'importe quelle analyse selon les méthodes germaniques, notamment les analyses des charbons, des produits et sous-produits de la distillation. Une partie importante du volume est relative au contrôle de la fabrication des bougies et aux essais de la cire de lignite, deux branches toujours florissantes de l'industrie des lignites en Allemagne.

En résumé, si les Allemands n'ont pas tout imaginé en analyse de lignites et s'il vaut mieux ne pas les imiter de trop près en une matière éminemment variable avec les gisements, nul autre manuel que celui de MM. Graefe et Jouve, ne pourra donner aussi bien un tableau exact des méthodes d'Allemagne.

ED. M.

Manuel de Laboratoire pour l'industrie des huiles et graisses, par M. le Prof. Dr J. Marcusson, Membre de l'Office d'essais de l'Etat, traduit par Ad. Jouve. In-8° de 166 pages avec 20 figures. Ch. Béranger, editeur, Paris, Liège. — Prix :

A côté de l'industrie américaine, l'industrie allemande des huiles, graisses et matières grasses, occupera un rang privilégié. M. Ad. Jouve, ingénieur-conseil, ancien préparateur à l'Ecole Polytechnique, nous donne une excellente traduction de l'ouvrage du docteur-ingénieur Marcusson, expert en ces matières, où l'on trouve le résumé de ce qu'on peut connaître sur la technique allemande des analyses d'huiles et de graisses.

L'ouvrage se divise en trois parties : Propriétés générales des graisses, des huiles et des cires. Analyse de ces matières. Produits de traitement industriel des graisses et cires.

Nous nous plaisons à signaler que, dans cette nouvelle édition, un certain nombre de méthodes ont été remplacés par des procédés plus élégants, notamment nous y trouvons l'excellente méthode de différence des points de fusion de Börner, l'essai à la *digitonine* qui permet de distinguer les huiles végétales et animales. Les tables générales ont été complétées et remaniées.

Ce livre est indispensable aux chimistes qui s'intéressent aux matières grasses.

Cours de mathématiques générales, par M. R. Garnier, Chargé de Cours à la Sorbonne. 2 volumes in-8° de 450 et 400 pages. Gauthier-Villars, Paris, 1931.

Ces deux beaux volumes reproduisent le cours fait par l'Auteur conformément au programme de la Faculté des Sciences de Paris, ce qui nous dispense de nous étendre sur les matières traitées. Notons seulement les traits saillants de l'ouvrage, qui sont l'habitude de la grande précision donnée aux étudiants, dès le début; le recours aux notations vectorielles, et les simplifications obtenues, à leur faveur, pour l'exposé de la géométrie analytique et pour l'étude des propriétés infinitésimales des courbes et des surfaces. Attirons aussi l'attention sur les développements importants présentés au tome II sur les intégrales de lignes de surfaces et de volumes, et sur les formules de Physique mathématique s'y rattachant. Et puisqu'il est déjà superflu de recommander aux étudiants parisiens ou provinciaux les livres de M. Garnier, qu'il me soit permis d'attirer l'attention des physiciens et des ingénieurs, pour qui ces ouvrages semblent appelés à devenir des auxiliaires particulièrement précieux.

G. Bouligand.

Cours d'analyse professé à l'Ecole Polytechnique, par J. Hadamard, membre de l'Institut. Tome II. Potentiel; calcul des variations, fonctions analytiques, équations différentielles et aux dérivées partielles. Calcul des probabilités. In-8° de 720 pages avec figures. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 140 francs.

Dans ce livre, après avoir traité de la théorie du potentiel, et insisté sur ses applications hydrodynamiques, électro- et magnéto-staliques, l'Auteur établit les équations du calcul des variations sous la forme ordinaire et sous la forme hamiltonienne pour les problèmes libres ou liés, les intégrales simples ou multiples : il montre la portée de ces considérations en y rattachant diverses questions de géométrie infinitésimale. Il expose ensuite les fondements de la théorie des fonctions de variable complexe, les applique aux fonctions elliptiques, pour consacrer ultérieurement la plus grande partie de son effort aux équations différentielles ou aux dérivées partielles, en orientant l'enseignement de ces importants chapitres vers la Physique mathématique : notamment, il est traité à fond de la théorie d'Hugoniot dans ses rapports avec la notion de caractéristique, il est bien insisté sur le fait que l'intégration formelle a moins d'importance que l'intégration subordonnée à des conditions aux limites, pouvant affecter des formes variées : l'équation des télégraphistes, son traitement par la méthode de Riemann et la théorie de l'effet nuisible constituent une des nombreuses illustrations qui font la richesse de ce bel exposé.

Enfin, pour terminer, c'est tout un traité, et des plus modernes, sur le Calcul des Probabilités. Là encore, la Physique trouve sa place, en s'alliant, comme dans tout le reste du livre et de la manière la plus harmonieuse, avec les idées directrices de la pensée mathématique contemporaine. Est-il besoin de dire, en récapitulant, qu'on trouve à leurs justes places les notions de groupe continu et d'invariant intégral, la formule de Kronecker donnant le nombre des solutions d'un système d'équations simultanées dans un domaine, le théorème de Poincaré-Bohl, etc ?... Enfin, l'Auteur a justement insisté sur les procédés de calcul effectif des intégrales des équations différentielles quelconques, en faisant connaître les perfectionnements apportés en cette matière par M Kryloff.

G. Bouligand.

Leçons de géométrie projective, par F. Enriques, Professeur de l'Université de Rome. Ouvrage traduit de la 4e édition italienne, par P. Labérenne. In-8° de 430 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris.

Le programme de la classe de Mathématiques spéciales contient les éléments de la géométrie projective, mais celle-ci y est incorporée dans le cours de géométrie analytique, aucun exposé autonome et systématique n'en est donné ultérieurement dans le cycle des études de licence. Cette lacune est comblée de la manière la plus heureuse par la traduction du bel ouvrage de M. Enriques. En voici les grandes subdivisions :

I. Définition des formes géométriques fondamentales, disposition circulaire des éléments d'une forme de première espèce. II. Loi de dualité, figures homologiques. III. Groupes harmoniques de quatre points ou de quatre plans. IV. Postulat de la continuité et applications. V. Théorème fondamental de la projectivité. VI et VII. Projectivité et involution dans les formes de première espèce. VIII. Projectivité entre formes géométriques de seconde espèce. IX et X. Coniques, projectivités entre coniques. XI. Problèmes des trois premiers degrés. XII. Propriétés focales des coniques. XIII. Propriétés métriques des cônes. XIV. Quadriques réglées; cubiques gauches. XV. Projectivités entre formes de troisième espèce. Appendice : groupes de projectivité, questions historiques et diverses.

G. B.

Mécanique des Fluides, par Henri Villat, Professeur à la Sorbonne et à l'Ecole nationale supérieure d'Aéronautique. In-8° de 175 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1930. — Prix : 50 francs.

Voici un ouvrage qui, paru en novembre dernier, connaît déjà la plus grande faveur auprès des étudiants de nos Facultés des Sciences. Car, en même temps qu'il expose les éléments de la Mécanique des Fluides sous la forme la mieux adaptée aux besoins de l'Ecole nationale supérieure d'Aéronautique il initie aux préliminaires analytiques indispensables à cet enseignement, lesquels étaient disséminés dans les grands traités d'analyse et sont rassemblés ici avec un magistral talent. Consacrés aux fonctions analytiques et harmoniques et à la représentation con-

forme, ces préliminaires suivent immédiatement la mise en équations du mouvement d'un fluide parfait et le rappel des propriétés élémentaires des tourbillons. En raison du paradoxe de d'Alembert, présenté comme une illustration naturelle de l'étude à l'infini des potentiels, il faut, pour obtenir une théorie satisfaisante de la résistance du déplacement d'un solide dans le liquide, recourir à d'autres considérations, qui, suivant les conditions physiques du problème se rattachent, soit au théorème de Kutta-Joukowski (chap. IV), soit aux conceptions de Prandtl sur les surfaces portantes, et dont on trouvera, au chapitre V, un exposé singulièrement élargi, soit aux théories concernant les fils de tourbillons (ch. VI), soit à la théorie des sillages d'Helmoltz (ch. VII), soit enfin à la théorie d'Oseen qui fait intervenir la viscosité du liquide (ch. VIII). Il est remarquable de constater la simplicité et la précision avec lesquelles l'Auteur est parvenu à exposer les éléments essentiels de ces questions, réputées, à juste titre, très difficiles. G. Bouligand.

Les illusions évolutionnistes, par A. Lalande, membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne. In-8° de VIII-464 pages. Alcan, éditeur, Paris 1930.

Il ne faudrait pas croire, sur une vue rapide du titre, que cet ouvrage conteste la transformation des espèces. Il a pour objet de montrer l'évolution, au sens précis et primitif de ce mot (différenciation et intégration), si elle est bien, en effet, le trait dominant des phénomènes biologiques, admet cependant des « différenciations » secondaires importantes; et surtout qu'elle ne s'applique ni aux phénomènes physiques, ni aux phénomènes moraux et sociaux, où les changements dirigés se produisent au contraire dans le sens de l'*involution*, c'est-à-dire par une libération et une assimilation croissante d'éléments d'abord hétérogènes.

Pour la physique, il rappelle le principe de Carnot (*involution* est la forme latine du grec *entropie*), discute le sens statistique de celui-ci, et en rapproche le principe de Curie : « C'est la dissymétrie qui crée les phénomènes, et les phénomènes tendent à la diminuer. »

Pour la vie humaine, à laquelle est consacrée la majeure partie de l'ouvrage, il dénonce les préjugés courants qui se représentent le progrès comme identique à la différenciation et par suite qui le considèrent comme un résultat du conflit des intérêts individuels et comme une forme des spécialisations qui en résultent; il montre que la science progresse par assimilation des esprits entre eux, des choses entre elles, des choses aux esprits; qu'il en est de même de la justice et des sentiments moraux; enfin que l'art, malgré le rôle capital qu'y jouent les facteurs personnels, a cependant pour effet, et même pour mesure de sa valeur, la sympathie qu'il est capable de provoquer entre les individus ou les civilisations.

Dans les sociétés, il distingue deux ordres de liaisons souvent confondues, et dont la confusion produit des sophismes calamiteux : les unes, par coopération d'éléments à fonctions différenciées, les autres par communauté de représentations et de tendances; et il faut voir quelles conséquences en résultent pour la conception de la vie sociale, de la guerre et de la paix, de la lutte des classes, et des transformations économiques.

Par la généralité du processus d'« involution » dont il étudie le rôle dans les différents ordres de connaissance et d'action, ce livre présente un caractère philosophique. Mais, dans le détail, il se tient très près des faits, et sépare nettement les caractères positifs qu'ils manifestent, des hypothèses plus ou moins hasardées qu'ils suggèrent.

S. R.

La théorie psychanalytique de Freud. Etude de psychologie positive, par J. de La Vaissière, S.-J. Archives de Philosophie. Vol. VIII, cahier 1. In-8 de 131 pages. Beauchesne, éditeur. Paris.

Exposé d'ensemble de la doctrine freudienne, de ses principes et de ses applications; l'auteur omet cependant, ou se borne à signaler les applications médicales et sociologiques, insistant surtout sur celles qui ont été faites à la pédagogie et à l'esthétique. De même il s'est limité à l'œuvre du maître, laissant de côté les nombreux travaux des disciples plus ou moins fidèles.

L'énoncé des thèses est clair et précis. Il est suivi d'une critique rapide, mais qui porte sur les points essentiels. On a visiblement cherché à extraire du freudisme tout ce qu'il peut contenir d'utilisable, même pour la psychologie classique. On loue Freud d'avoir ouvert des voies nouvelles, notamment par son étude de l'inconscient dynamique et sa systématisation des faits normaux et anormaux; on ne lui reproche guère que l'étroitesse de son pansexualisme et son déterminisme intégral. Par la sérénité et l'objectivité avec lesquelles il est conduit, ce travail est un des meilleurs qui aient paru sur la question. Par son abondante et double bibliographie (Œuvres de Freud, livres et articles qu'il a suscités, celle-ci compte plus de 600 numéros), il est susceptible de rendre les plus grands services.

R. Troude.

Les états d'angoisse nerveux et leur traitement, par le Dr W. Stekel, de Vienne. Avant-propos et traduction française du Dr Lucien Hahn, bibliothécaire en chef de la Faculté de Médecine de Paris, d'après la 4e édition allemande augmentée et corrigée. In-8° de 703 pages, Payot, éditeur, Paris. — Prix : 65 francs.

Le Dr Stekel est un ancien disciple de Freud qui a su s'affranchir de la tutelle de son maître et quitter à temps « les voies sombres et mystiques de l'orthodoxie », selon sa propre expression. Le présent ouvrage, publié d'abord en 1908, a subi depuis de nombreuses retouches et additions qui montrent combien l'auteur s'est de plus en plus éloignée de la Psychanalyse officielle. Il s'en sépare notamment par le souci de faire prédominer la pratique sur la théorie et d'éviter les généralisations extramédicales; il rejette le pansexualisme, démenti par les névroses de guerre, ainsi que la théorie des « névroses actuelles » et l'importance excessive accordée au « complexe d'Œdipe »; il croit à l'utilité du traitement moral ou par le retour à la moralité normale. Mais il conserve l'essentiel de la doctrine et de ses méthodes; il maintient l'explication des névroses, dénommées par lui parapathies, par les seules causes psychiques, et beaucoup trouveront qu'il accorde encore à la libido et au refoulement une place bien démesurée. En tout cas son travail est riche en observations cliniques et en analyses fines; l'étude très poussée des phobies intéressera particulièrement les psychologues, et les éducateurs auront profit à lire les chapitres sur les parapathies infantiles, comme les praticiens à méditer ses conseils sur le traitement des psychonévroses. Retenons cet axiome final : « Seul un homme de caractère noble peut être un bon psychiâtre ».

R. Troude.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 7 — 69e ANNÉE — 11 AVRIL 1931

LES TURBINES HYDRAULIQUES ACTUELLES ET LEURS MODALITÉS D'EMPLOI DANS L'AMENAGEMENT DES CHUTES D'EAU[1]

par A. TENOT

Professeur de Mécanique appliquée à l'Ecole Nationale d'Arts et Métiers de Chalons-sur-Marne
Professeur d'Hydraulique à l'Ecole des Travaux Publics de Paris, Ingénieur-Conseil

Les turbines hydrauliques sont, de nos jours, les seuls moteurs industriels employés dans l'aménagement des chutes d'eau. Les roues ont été abandonnées dans toutes les installations tant soit peu importantes et modernes (2).

Dans l'état actuel de la technique, les turbines se ramènent à trois types principaux :

a) *Les turbines Pelton*, ou turbines de *très hautes chutes* et *hautes chutes* (fig. 1) :

$$H_n > 100 \text{ m.}$$

b) *Les turbines Francis* (ou hélico-centripètes), ou turbines de *hautes*, *moyennes* et *basses chutes* (fig. 1, 2, 3 et 4) :

$$H_n < 300 \text{ m.}$$

c) *Les turbines hélices*, les unes à pales fixes, les autres à pales mobiles (Kapian), ou turbines de *basses et très basses chutes* (fig. 3 et 4) :

$$H_n < 20 \text{ m.}$$

En réalité, l'énergie par kilogramme d'eau mise à la disposition d'une turbine, ou chute nette H_n (en $\frac{\text{kgm}}{\text{kg}} = \text{m}$), ne suffit pas pour en définir le type. Il faut tenir compte de sa puissance P en chevaux et de sa vitesse N en tours par minute. Les limites de chutes données ci-dessus ne sont donc que des ordres de grandeur basés sur *la fréquence des réalisations industrielles*.

C'est ainsi que l'on a aménagé des Pelton de faible puissance, ou de faible vitesse, sous des chutes inférieures à 100 mètres, des Francis de forte puissance sous des chutes de l'ordre de 300 mètres, enfin des roues-hélices sous des chutes de l'ordre de 22 mètres. Dans ces deux derniers cas, des précautions indispensables doivent être prises pour éviter certains phénomènes, connus sous la désignation de *cavitation*. Si ces phénomènes se produisaient, ils occasionneraient une baisse sensible de rendement, l'usure rapide (par érosion et corrosion) de la turbine, des vibrations et trépidations dangereuses qui pourraient même rendre impossible la marche de la machine. Turbines Francis

(1) Extrait de la Conférence donnée au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 11 janvier 1931.

(2) Voir A. Tenot « Turbines hydrauliques et Régulateurs de vitesse ». Librairie de l'Enseignement Technique, 3, rue Thénard.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

de haute chute ou roues-hélices de haute chute (de cette catégorie) sont donc caractérisées par une faible hauteur d'aspiration ; dans la plupart des cas, la roue doit être située au-dessous du niveau aval, ce qui complique l'installation.

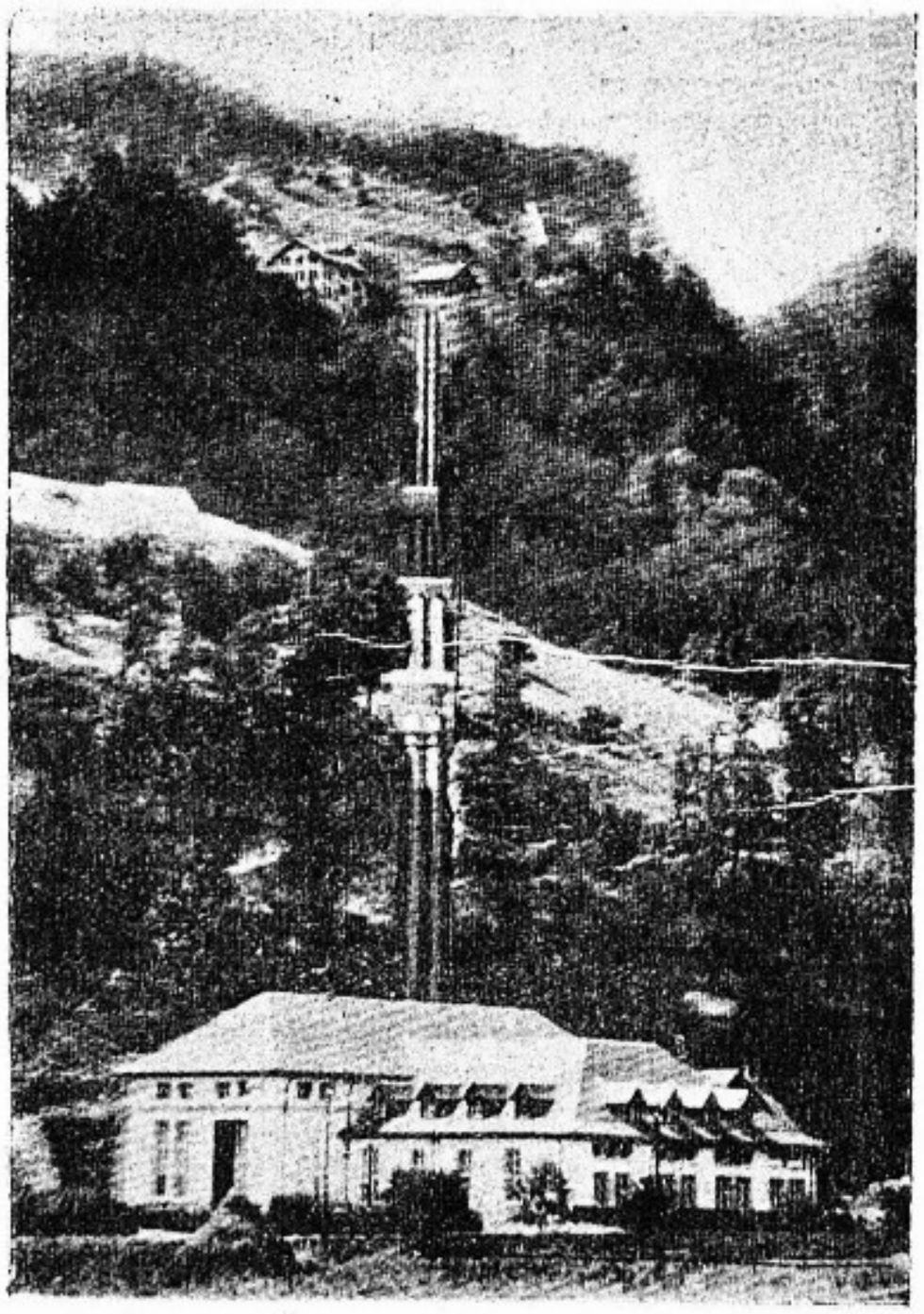


Fig. 1.
Aménagement des hautes chutes. — Prise d'eau, conduites forcées, bâtiment des turbines et alternateurs. (Cette usine hydroélectrique « Lungernsee » fonctionne sous une chute de 187 m.).
Les turbines de 17 500 ch et 15 000 ch à 500 tours par minute ont été construites par Bell et Cie, à Lucerne.

Puisque la chute ne suffit pas pour définir les types de turbines, comment donc caractérise-t-on ceux-ci?

En se basant sur les lois de la similitude des turbo-machines (1), on détermine un facteur caractéristique appelé *vitesse spécifique* qui permet de classer les turbines d'une même famille ; cette vitesse spécifique a pour expression :

$$n_{sf} = \frac{N}{H_n}\sqrt{\frac{P}{\sqrt{H_n}}}$$

P est la puissance effective *maximum* de la turbine par unité simple en chevaux ; on a $P = \frac{Q.H_n}{75}\eta$;

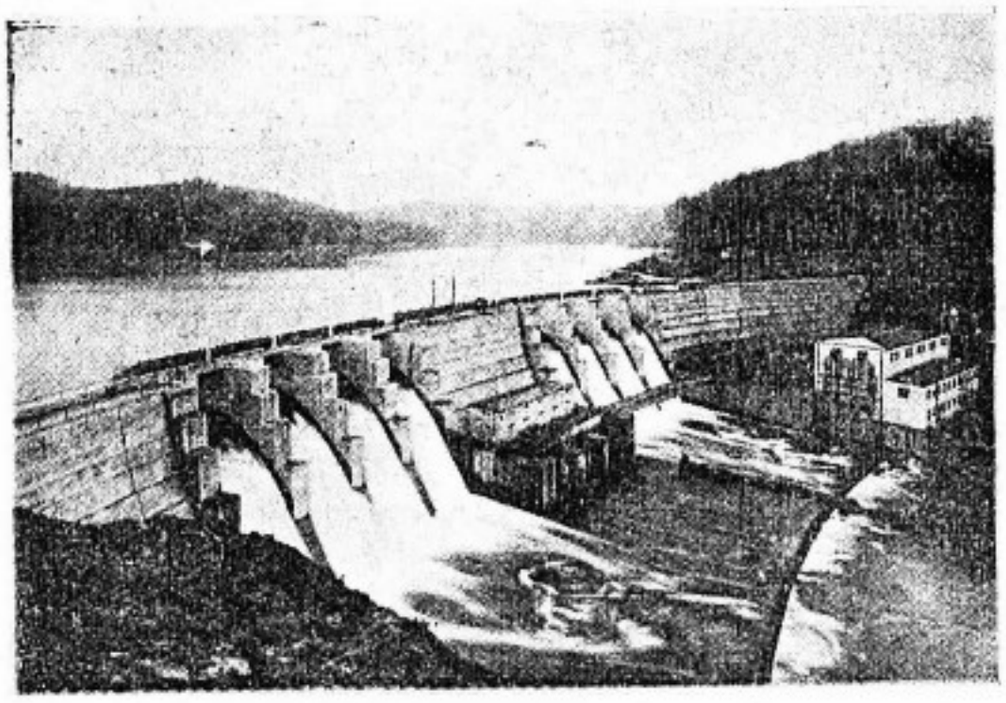


Fig. 2.
Aménagement des moyennes chutes. — Grand barrage fixe (avec vannes déversoir de trop plein), conduites forcées et usine hydro-électrique au pied du barrage.
L'eau emmagasinée pendant les périodes de hautes-eaux ou pendant les heures "creuses", en amont du barrage, sert de réserve saisonnière, hebdomadaire ou journalière.

H_n est la chute nette en mètres ;
Q le débit en litres/seconde ;

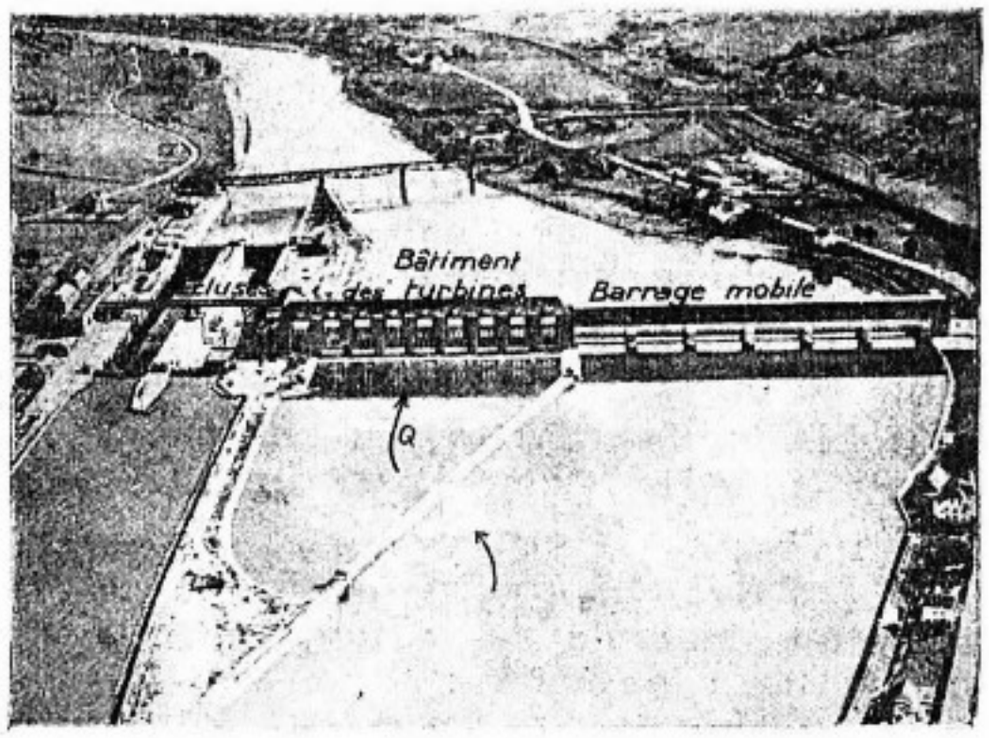


Fig. 3.
Aménagement des basses et très basses chutes utilisation de l'énergie des fleuves). — Aménagement par canalisation, l'usine hydro-électrique étant directement établie dans le cours du fleuve. Cet aménagement est prévu à la fois pour *la navigation* et pour *les forces motrices*. A côté du grand barrage mobile, qui crée la retenue, se trouve le bâtiment des turbines puis les écluses. Le bâtiment des turbines prolonge en réalité le barrage. Les canaux d'amenée et de fuite sont constitués par le cours du fleuve lui-même ; pour faciliter la navigation on a toutefois prévu les guideaux amont et aval que l'on voit sur la photographie.

N la vitesse de rotation *optimum* en tours/minute ;

(1) Ces lois ont été énoncées pour la première fois en 1898 par le grand savant français, Auguste Rateau.

η le rendement correspondant de la turbine.

Les vitesses de rotation sont, le plus souvent, des vitesses *synchrones* (cas d'alternateurs). Les plus fréquentes sont comprises entre 375 et 750 tours/minute, mais (parce qu'on ne peut pas

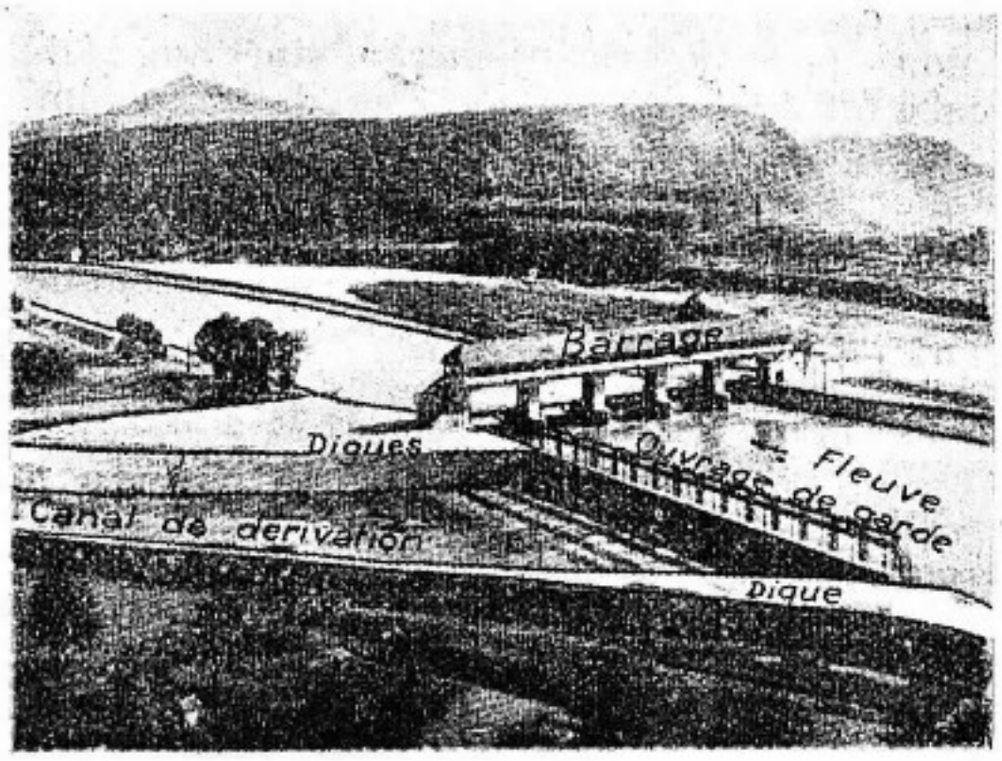


Fig. 4.

Aménagement des basses chutes et très basses chutes (utilisation de l'énergie des fleuves).

Aménagement par dérivation, l'usine hydro-électrique étant établie sur un canal latéral au fleuve.

Il y a en réalité deux barrages :

a) *Le barrage mobile* établi sur le fleuve qui crée la dérivation et souvent une retenue importante (remous).

b) *Le bâtiment des turbines* qui barre le canal de dérivation vers son extrémité aval et qui cree la plus grande partie de la chute.

Le canal de fuite doit être de faible longueur pour éviter des travaux d'eau importants. Des ouvrages de garde sont quelquefois prévus a la prise d'eau du canal (c'est le cas de sur figure). Des digues sont prévues pour la retenue normale et contre les crues en périodes des hautes eaux.

faire autrement) de nombreux groupes de basse chute tournent à plus faible vitesse (60 à 300 tours). On a intérêt à tourner le plus vite possible, sans toutefois dépasser 1,000 tours/min., car il faut tenir compte de la vitesse d'emballement qui est environ le double de la vitesse de régime ($N_e^o = 2{,}2$ à $2{,}3$ N pour les roues hélices).

Des considérations de *meilleur rendement à obtenir*, d'une part, et des *possibilités de réalisation technique et économique*, d'autre part, permettent aux constructeurs, dans les conditions actuelles de la science de ces machines, de les classer de la façon suivante :

$2 < n_s < 32$: *Pelton simple* (1 roue, 1 jet)
$50 < n_s < 450$: *Francis.*
$400 < n_s < 1000$: *Roues-hélices.*

Si l'on prend k unités sur le même arbre (k jets ou k roues pour le même groupe Pelton, ou k roues pour la même Francis), le n_s par unité est égal au n_s du groupe divisé par $\sqrt{k}$; la puissance par unité est, en effet, égale à la puissance sur l'arbre du groupe divisée par k.

Par l'emploi de *turbines Pelton multiples* (roues montées sur le même arbre, ou plusieurs jets alimentant la même roue), on peut donc couvrir la plage des n_s, 32 à 50, encore industriellement inexistante pour unité simple. De même, par *l'emploi de roues Francis multiples*, on peut diminuer le n_s et se placer, dans certaines circonstances, dans de meilleures conditions hydrauliques, mécaniques ou électriques.

On ne dépasse généralement pas $k = 2$, sauf pour les Pelton où l'on va fréquemment jusqu'à $k = 4$ (1 roue à axe vertical avec 4 jets, ou 2 roues à axe horizontal avec 2 jets chacune). La multiplicité des roues ou des jets pour le même arbre complique l'installation, la régulation et l'exploitation.

L'emploi de *roues doubles* pour les Francis ne se fait plus qu'à *axe horizontal* (raison de meilleure évacuation, d'une part, et préférence d'emploi des roues-hélices à axe vertical, d'autre part).

Enfin, les *roues hélices* sont toujours simples et, en règle générale, *à axe vertical*.

L'expression du n_s montre qu'à égalité de puissance et de chute, les roues hélices (à égalité de rendement maximum), peuvent tourner beaucoup plus vite que les turbines Francis : d'où machines hydrauliques et réceptrices moins encombrantes, travaux de génie civil réduits.

A égalité de vitesse de rotation et de chute (et de rendement maximum), les roues hélices permettent donc de réaliser des puissances unitaires beaucoup plus grandes sur le même arbre. Ces turbines, dites « rapides », utilisées seulement depuis une quinzaine d'années, permettent ainsi de *concentrer* l'utilisation de la puissance des basses et très basses chutes, pour diminuer le prix de revient de l'énergie hydraulique.

C'est précisément *l'un des principaux* intérêts des roues-hélices; nous en donnerons d'autres plus loin.

Est-ce que toutes les turbines *répondant au même n_s sont exactement semblables?* Non, car on peut aboutir à des résultats presque identiques par des moyens un peu différents (tracés des aubes, diamètres, angles des aubes ou pales, diamètre du moyeu, proportions des augets des Pelton, convergence des injecteurs...). Il n'en est pas moins vrai que les proportions correspondantes à un même type sont comprises dans des limites assez rapprochées pour pouvoir définir *les proportions moyennes* et les *propriétés d'une famille de turbines.*

Ces propriétés sont extrêmement précieuses dans le choix du type de turbines à adopter suivant les données du problème.

Celles-ci, qui ont précisément fait l'objet des deux premières parties de l'exposé de notre conférence, sont déterminées par les *disponibilités* mêmes de la chute à aménager et par

l'utilisation de l'énergie hydraulique mise en valeur.

Pour fixer le type de turbines à adopter ainsi que le nombre de groupes, *il est indispensable* de connaître :

a) *Les caractéristiques de la chute à aménager :*

1° Fluctuations du débit ;

2° Fluctuations de la chute ;

3° Valeurs absolues (les plus fréquentes) du débit et de la chute) ;

4° Mode d'aménagement et configuration du terrain.

b) *Les caractéristiques de l'exploitation :*

1° Genre de récepteurs à entraîner.

2° Utilisation de l'énergie (diagrammes de charge).

Avant d'exposer les propriétés des turbines, nous allons donner la description de quelques-unes de ces machines.

Description de quelques turbines modernes. — Une turbine hydraulique est constituée de 3 organes essentiels :

1° *Le distributeur*, composé, pour les Francis et roues hélices, d'une chambre sous pression ou à veine liibre et de directrices mobiles ; pour les Pelton, d'un injecteur (aiguille et tuyère) ;

2° *La roue mobile*, composée d'aubes (Francis), pales (roues hélices) ou augets (Pelton) ;

3° *Le tuyau d'aspiration-diffuseur*, inexistant pour les Pelton (sauf dans le cas d'hydropneumatisation) (1), mais dont le rôle est primordial dans les turbines à grande vitesse spécifique (Francis poussées et roues hélices).

Au point de vue *technologique* nous allons voir que les turbines diffèrent, suivant leur type, d'une façon considérable.

Au point de vue *hydraulique*, on peut différencier les 3 types usuels de turbine par l'importance de *l'énergie potentielle de l'eau à la sortie du distributeur* relativement à l'énergie mise à la disposition de la turbine.

Par kilogramme d'eau écoulée, l'énergie potentielle à la sortie du distributeur est :

0 pour les Pelton ;

40 o/o à 84 o/o de H_n, pour les Francis ;

80 o/o à 96 o/o de H_n, pour les roues hélices.

Pour cette raison, les turbines *Pelton*, qui tournent dans l'atmosphère, sont à *veine libre* et les turbines *Francis et roues hélices* à *veine forcée* (et en dépression). Dans ces dernières, la pression qui règne entre la sortie du distributeur et la sortie de la roue est très différente de la pression atmosphérique.

Enfin, toujours au point de vue *hydraulique*, il y a une grande différence entre les trois types de turbines concernant *l'énergie cinétique résiduelle de l'eau à la sortie de la roue* (aubes, ou pales, ou augets).

Pour les Pelton, cette énergie cinétique résiduelle est de l'ordre de 2 à 3 o/o de H_n suivant le n_s ; pour les Francis, elle varie de 1,5 o/o à 16 o/o de H_n lorsque le n_s varie de 50 à 450 ; enfin, pour les roues hélices, elles devient très importante, puisqu'elle peut dépasser 40 o/o de H_n pour les forts n_s.

Plus grande est cette énergie cinétique résiduelle, moins les fluctuations de la chute sont sensibles sur le rendement.

Cette énergie cinétique résiduelle est définitivement perdue pour les Pelton, alors qu'on la récupère — et cette récupération est d'une extrême importance — pour les Francis et roues hélices. C'est précisément *au diffuseur* qu'est dévolu ce rôle et c'est pourquoi cet organe a une fonction primordiale dans ces machines.

A. — Pelton (généralement à axe horizontal) : H>50 à 100 mètres.

La figure 5 donne la coupe d'une turbine Pelton (sans ses deux injecteurs) d'une puissance de 10.000 ch. sous 450 mètres de chute

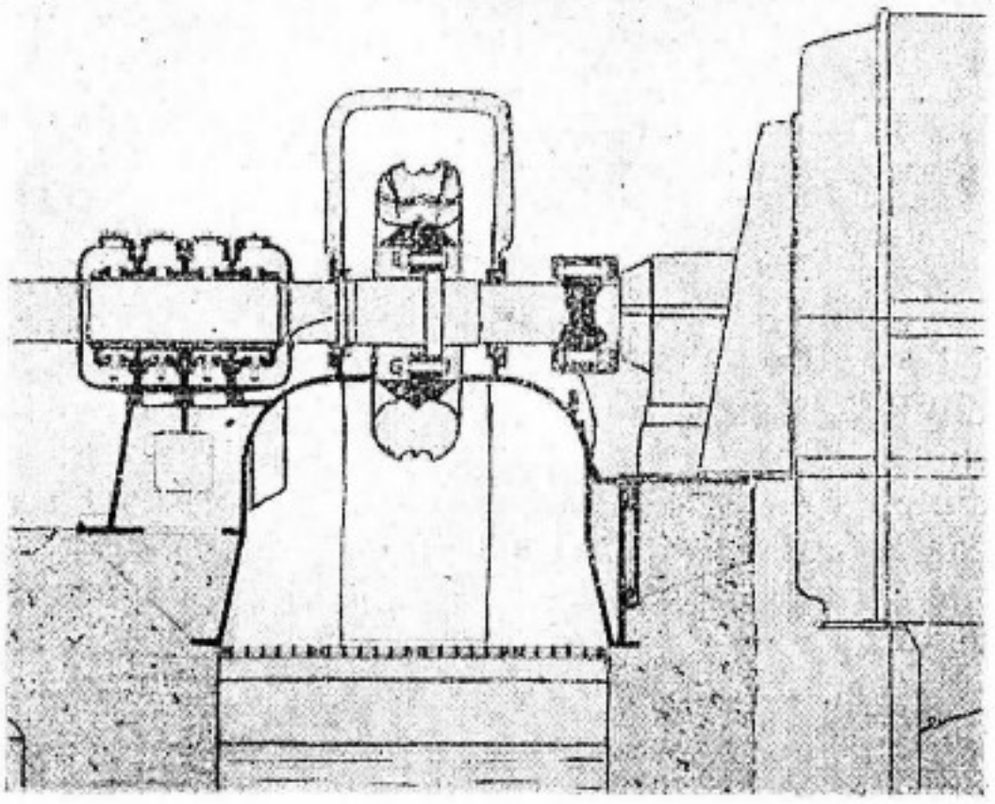


Fig. 5.
Turbine Pelton de 10 000 ch sous 450 m à 550 t. : min.

à 750 tours/minute, construite par les Ateliers Neyret Beylier et P.P. à Grenoble (Usine de Belleville). L'axe est horizontal (1) ; le groupe n'a que 3 paliers.

(1) L'hydropneumatisation qui consiste à récupérer la partie de la chute comprise entre le bas de la roue Pelton et le niveau aval, est assez rarement appliquée, par suite de sa complication, bien qu'elle donne des résultats intéressants.

(1) Bien que certains constructeurs aient construit d'assez nombreuses Pelton de grosse puissance, à axe vertical, et à plusieurs jets, on ne peut pas encore affirmer que cette disposition deviendra classique.

La figure 6 donne la photographie d'une semblable disposition, mais avec un jet seulement. Cette turbine d'une puissance de 1.700

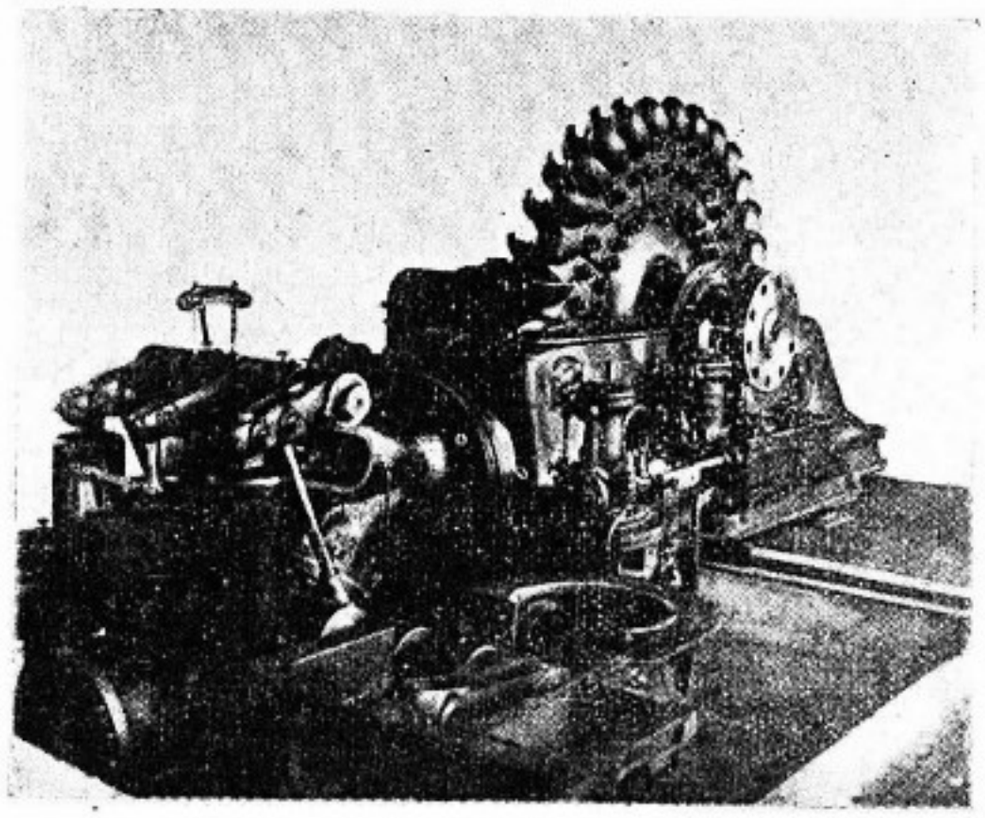


Fig. 6.
Pelton simple, P = 17 000 ch sous 725 m. de chute.

ch., a été construite par Bell et Cie, à Lucerne (Centrale de Barberine).

La fig. 7 montre la photographie du jet d'un

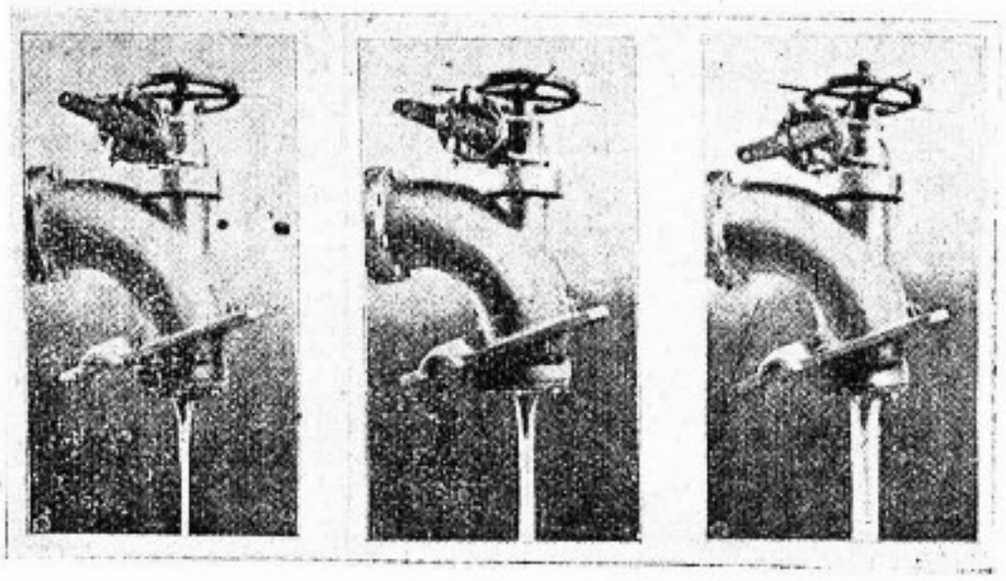


Fig. 7.
Injecteur d'une turbine Pelton
et jet suivant le degré d'ouverture.

injecteur de turbine Pelton suivant le degré d'ouverture (course de l'aiguille).

La figure 8 donne la coupe d'une turbine Pelton à 2 roues et 1 jet par roue, à 3 paliers pour le groupe, de 14.300 ch. sous 275 mètres de chute à 333 tours-minute, construite par les Ateliers de Vevey (Usine d'Amstég).

La figure 9 donne la vue d'une semblable disposition, mais avec 2 jets pour chacune des 2 roues. La puissance de cette machine est de 6.600 ch. sous 220 mètres à 500 tours/minute (constructeur Bell et Cie à Kriens, Lucerne).

B. — Francis : H<300 mètres.

α De hautes chutes : H>100 mètres.

1° *De moyennes puissances* (tantôt à axe vertical, tantôt à axe horizontal). — La figure 10

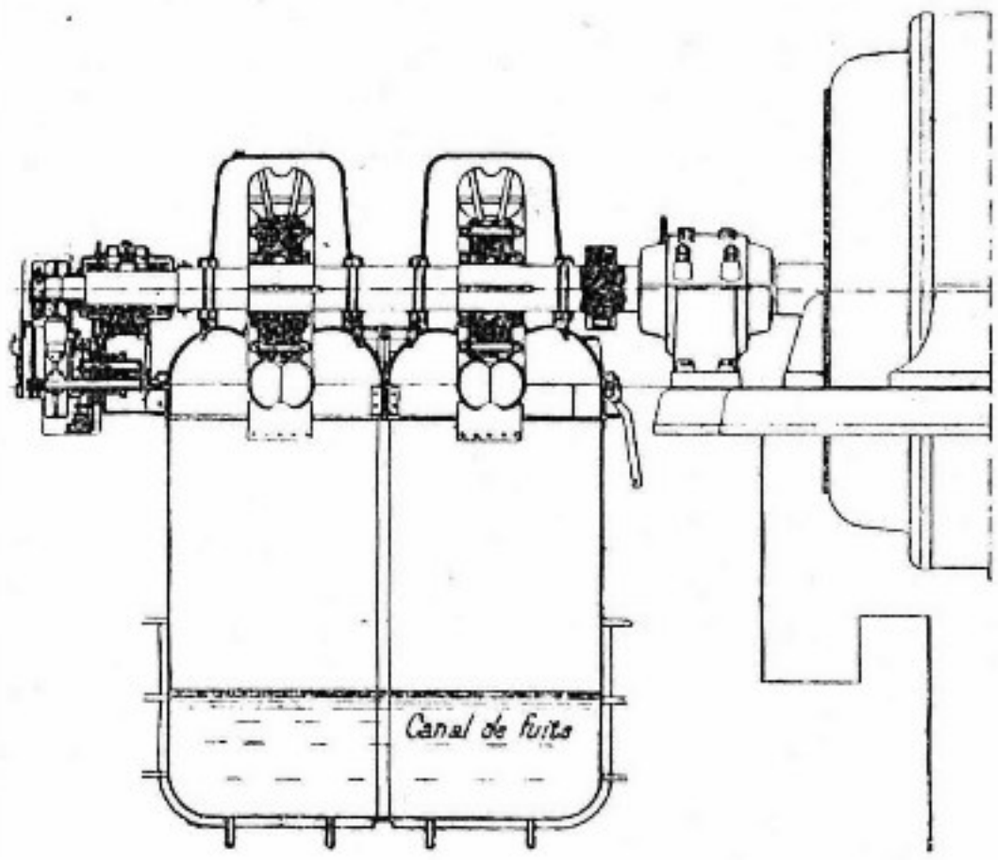


Fig. 8.
Turbine Pelton à 2 roues et 2 jets de 14 300 ch
sous 275 m. à 333 t : min.

donne la vue d'une turbine Francis de 7.000 ch. sous 188 mètres de chute à 750 tours-minute, construite par les Ateliers Neyret-Beylier et P.P. pour la Centrale de l'Ance du Sud. On remar-

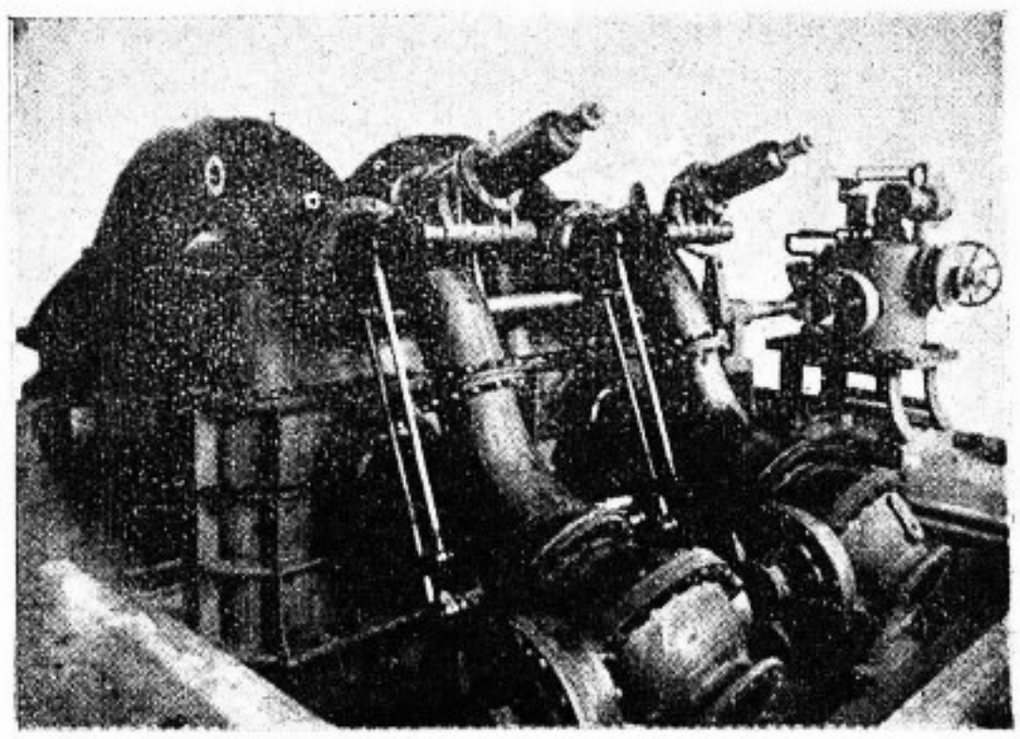


Fig. 9.
Coupe d'une Pelton double à 2 roues et 4 jets, de 6 600 ch
sous 220 m. à 500 t. : min.

quera les détails caractéristiques extrêmement intéressants de cette construction : roue en porte à faux (facilement démontable), labyrinthe axial réglable, joint hydraulique au passage de l'arbre dans le couvercle de la turbine, commande des directrices à la fermeture par l'inter-

médiaire de ressorts. Le volant est d'égale résistance ; l'un des paliers est muni d'une butée double pour supporter la poussée axiale hydrau-

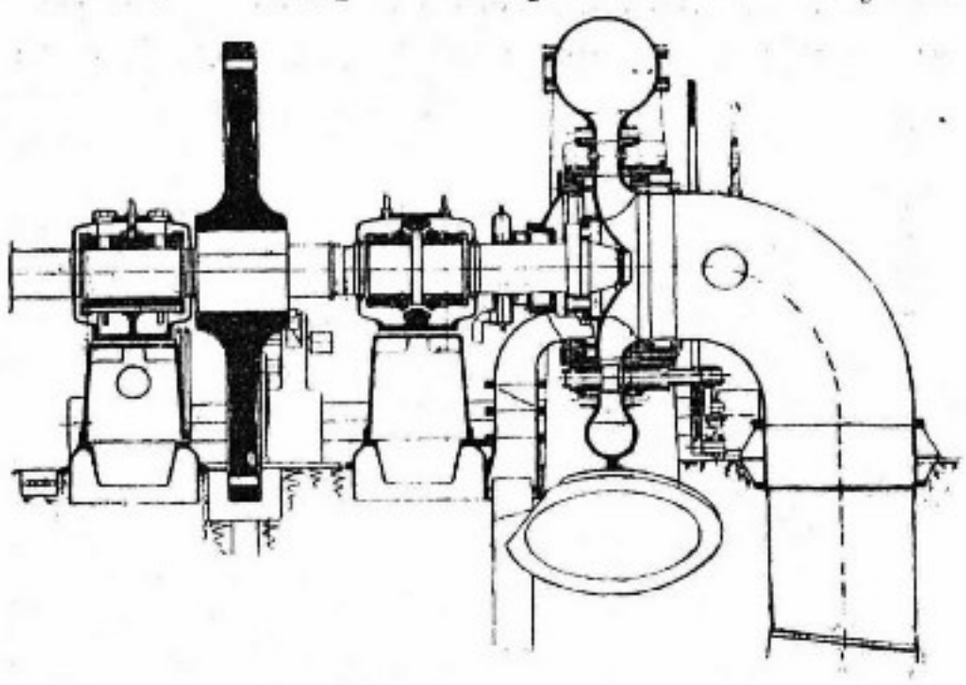


Fig. 10.
Turbine Francis de haute chute à axe horizontale de moyenne puissance, P = 7 000 ch ; H_n = 189 m N 750 t. : min.

lique. Cette construction résume *les derniers progrès réalisés dans la construction des turbines Francis de haute chute de moyenne puissance*, à axe horizontal.

La figure 11 donne la photographie d'une sem-

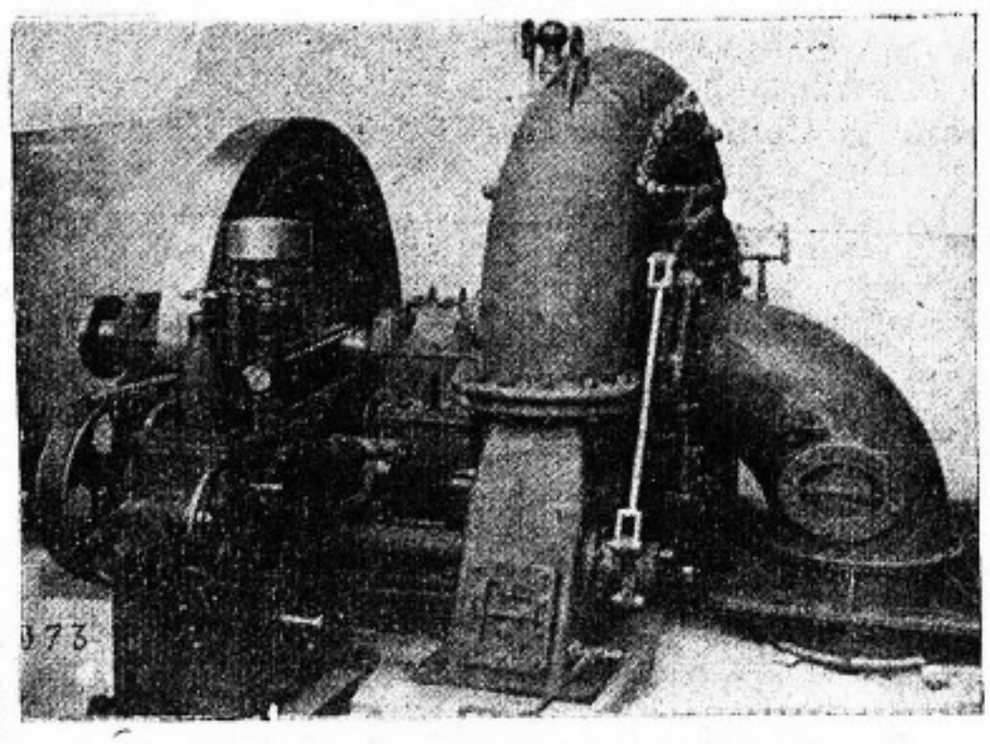


Fig. 11.
Photographie d'une turbine analogue à celle de la fig. 10.

blable installation du même constructeur, avec le régulateur de vitesse au premier plan.

La figure 12 donne la coupe d'une installation analogue aux précédentes, mais à axe vertical. Cette turbine, construite par les Ateliers de Vevey, a une puissance de 7.300 ch. sous 118 mètres de chute à 500 tours-min. (n_s = 110).

Le groupe a un pivot et 2 paliers-guides. La centrale est à 2 étages, ce qui augmente les travaux de génie civil et complique l'exploitation, mais pour des raisons de stabilité et de dimension, l'axe vertical s'impose dans bien des cas.

2° *De grosses puissances* (en règle, l'axe est vertical). — La figure 13 donne la photographie d'une coupe d'une turbine de 45.000 ch. sous 155 mètres de chute à 300 tours-minute, construite par Riva (Milan), pour la centrale de l'Isarco. La roue peut être démontée par en dessous, au moyen d'une virole spéciale de démontage et de niches qui permettent d'y accéder. Le tuyau d'aspiration est coudé et en tôle rivée. La bâche spirale, également en tôle rivée, est noyée dans la maçonnerie ; toutes les charges sont transmises aux fondations inférieures par le bloc de maçonnerie entourant la volute.

La figure 14 donne la coupe de l'une des 6

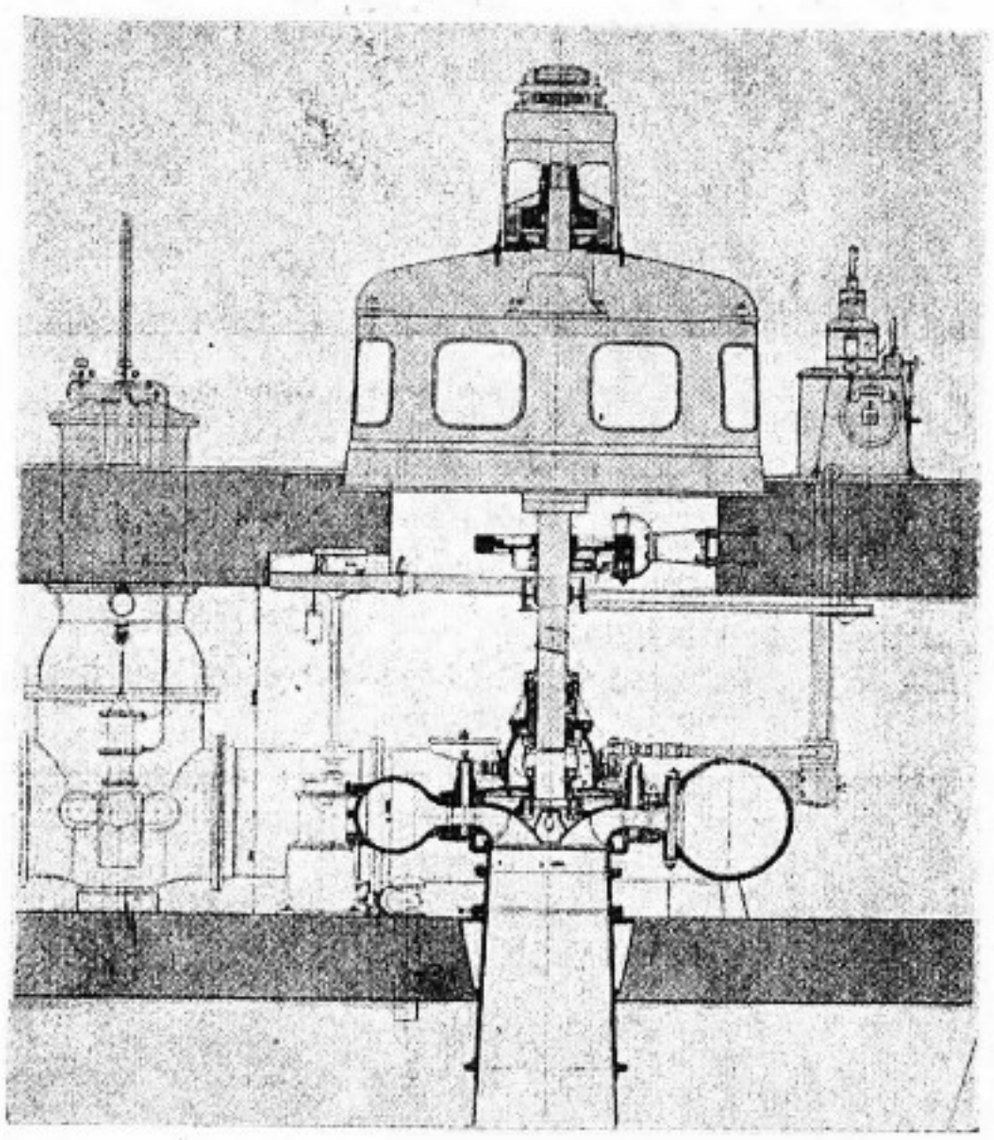


Fig. 12.
Turbine Francis de haute chute mais à axe vertical, de moyenne puissance. P = 7 300 ch H_n = 118 m. N = 500 t. : min.

turbines de la Truyère (Brommat) construite par les Ateliers Neyret, Beylier et P.P. en collaboration avec Voith (Heidenheim). La puissance de ces machines est de 42.000 ch. sous 255 mètres de chute à 500 tours-minute. Ce sont les plus importantes turbines actuellement installées en France. Une turbine Pelton frein est montée sur l'arbre vertical. La figure 15 donne une photographie du pivot et des patins flexibles (à gauche) et de la cuve supportant ceux-ci.

De grandes précautions sont prises pour ces Francis de haute chute concernant :

a) Les fuites aux joints (joints labyrinthes perfectionnés) ;

b) Les vibrations à éviter (paliers guides très importants) ;

c) L'usure (cercles d'usure et cercles labyrinthes facilement interchangeables) ;

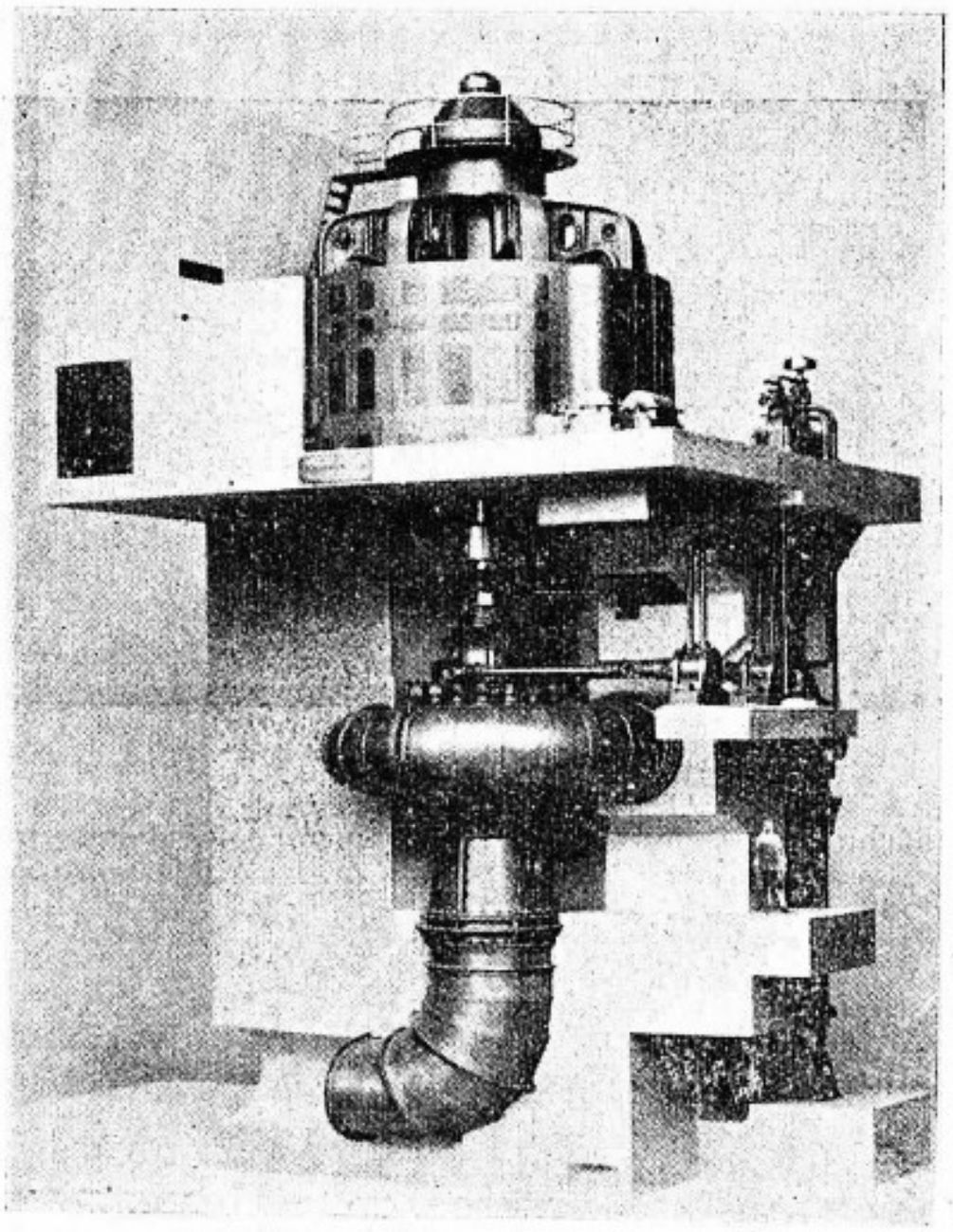


Fig. 13.
Turbine Francis de haute chute de grande puissance P = 45 000 ch H_n = 155 m. de chute : N = 300, t. : min. (Jarco).

d) La cavitation (roue aussi près que possible du niveau aval) ;

e) L'équilibrage dynamique.

La roue est en bronze spécial ; la bâche (ici sans avant-distributeur) est en acier coulé.

β De moyennes chutes : 20<H<80 mètres.

1° *De moyennes puissances* (axe vertical ou horizontal). — La figure 16 donne la photographie d'une Francis double à bâche spirale commune et diffuseurs distincts à axe *horizontal* construite par les Ateliers Neyret-Beylier et P.P. (P=8.000 ch.; H_n =50 mètres).

La figure 17 donne la photographie de la bâche spirale des turbines d'Eguzon, d'une puissance de 15.000 ch. sous 55 mètres de chute à 250 tours-minute (d_e bâche=1,9 mètres) : constructeur Neyret-Beylier et P.P. L'axe est *vertical*.

2° *De grosses et très grosses puissances* (axe toujours vertical pour des raisons de stabilité).

La fig. 18 donne la photographie de la bâche spirale de l'une des turbines de Shannon (Irlande) construite par J. M. Voith (Allemagne). Cette bâche, en tôle soudée, est noyée sur place

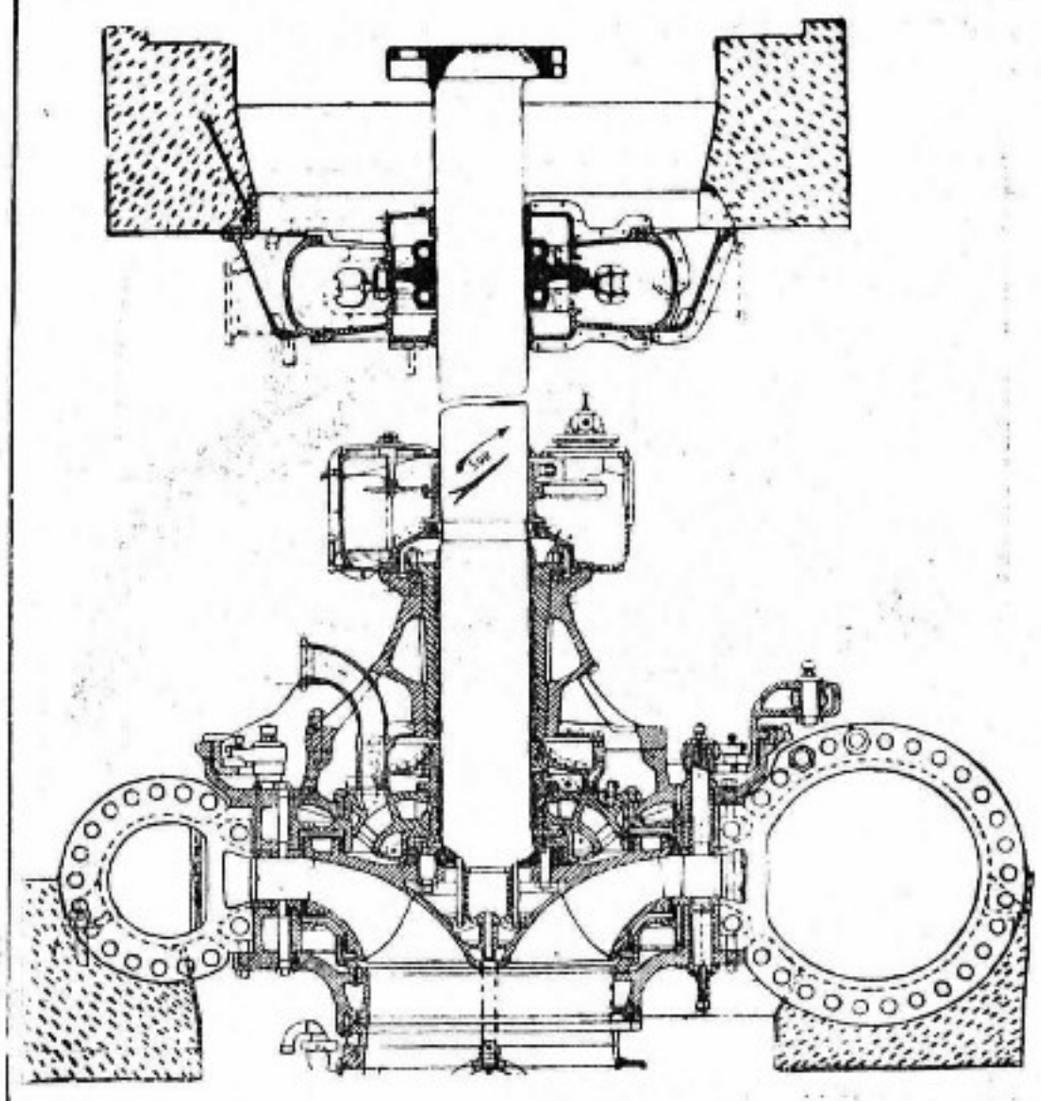


Fig. 14.
Turbine Francis de très chute et de grande puissance : P = 42 000. ch H 255 m. : N = 500 t. : min.

dans le béton (d_e =4,8 m). P=38.500 ch. sous 28,5 m de chute à 150 t./min.

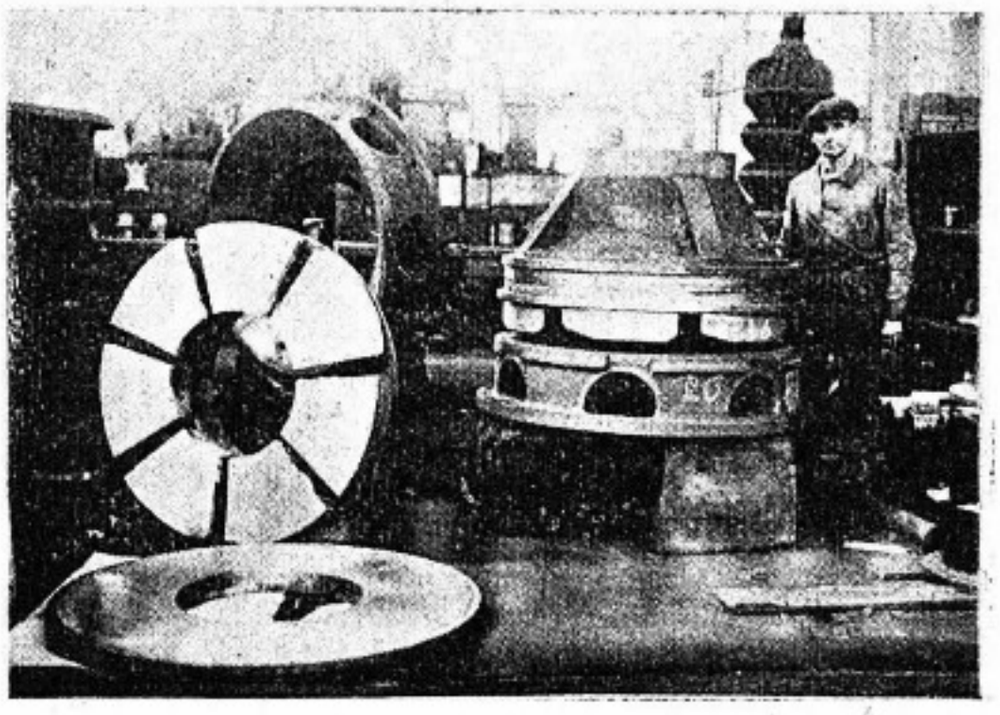


Fig. 15.
Pivots à patins faibles
et à film d'huile de la turbine précédente.

La fig. 19 donne la photographie *d'une roue* Francis rapide n_s =350 environ), avec son arbre et le manchon d'accouplement à l'alternateur (const. J. M. Voith).

La fig. 20 donne la coupe d'une turbine de 54.000 ch. sous 30 m de chute à 81,8 t : min. Etats-Unis. On remarquera les dispositions prises pour reporter sur le bloc de fondations inférieures toutes les charges du groupe (poids de l'alternateur et de la roue de la turbine, pous-

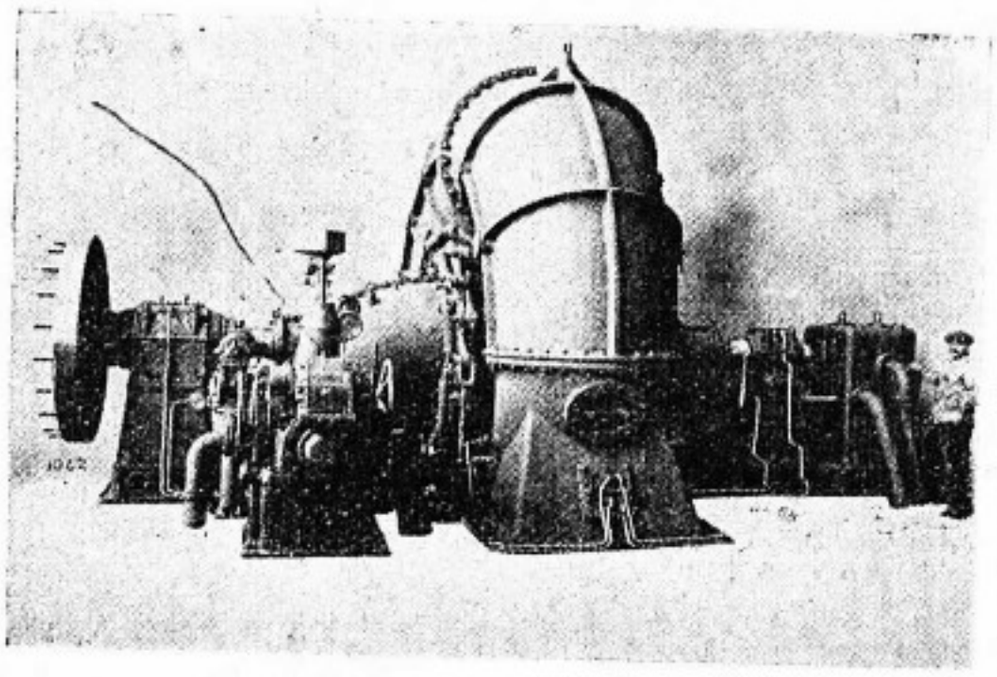


Fig. 16.
Francis double à axe horizontal de moyenne chute et moyenne puissance P = 8 000 ch; H_m = 500 m.

sée axiale...) ; on arrive à ce résultat par l'intermédiaire de berceaux, cylindriques ou coniques, en fonte, acier coulé ou seulement béton armé, appelés *cuvelages*. Ce berceau, ici tronconique et en acier coulé, prend appui sur l'avant-distributeur également en acier coulé, lequel repose

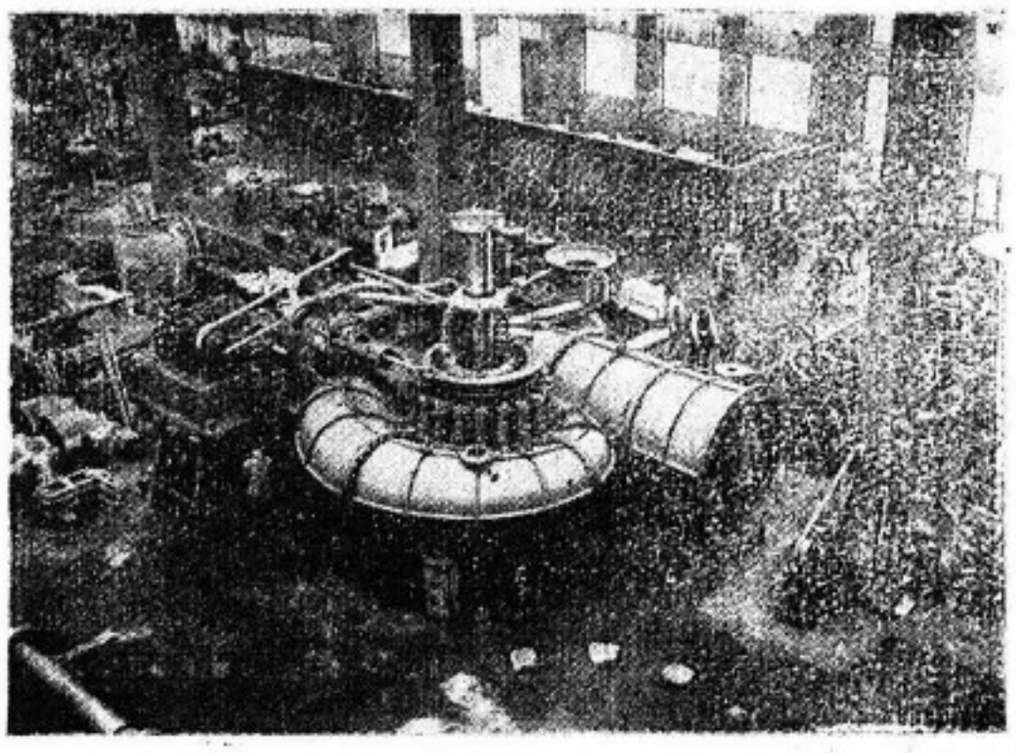


Fig. 17.
Photographie de la bâche spirale d'une turbine d'Aguzon: 15 000 ch sous 55 m à 250 tours min.

lui-même sur une poutre-caisson circulaire.

Les questions de Génie Civil, pour l'implantation convenable des groupes de grosse puissances, sont fondamentales.

Le diffuseur du type hydro-cône, avec noyau central prolongé jusqu'à la sortie de la roue, est muni à sa sortie de directrices fixes, Il est donc très perfectionné. Un robinet-papillon a

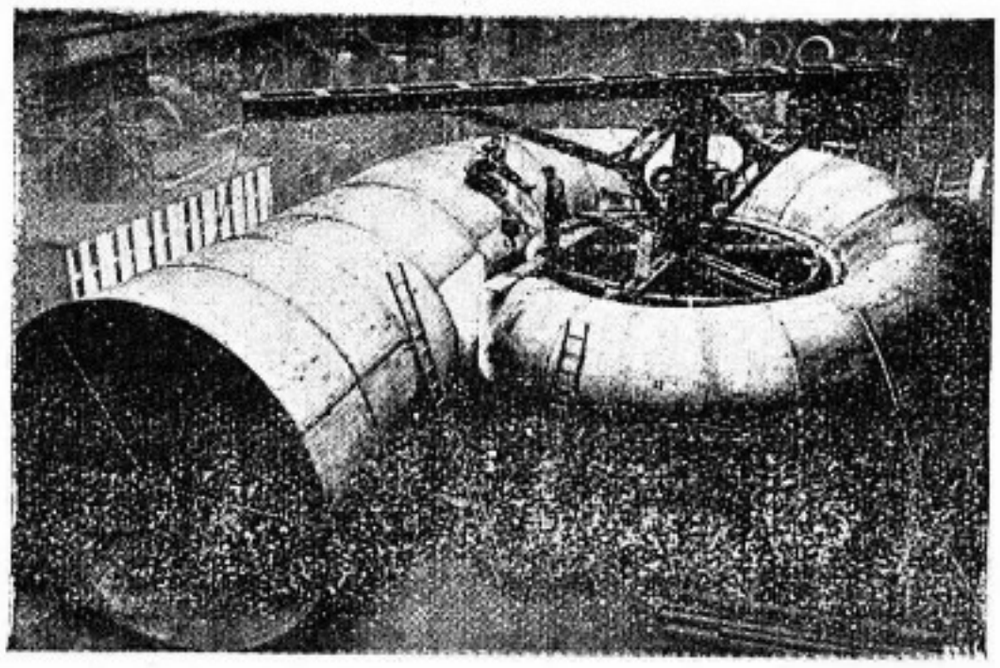


Fig. 18.
Bâche spirale en tôle de l'une des turbines de Hanon (Irlande) diamètre d'entrée — 4, 8 m. P = 38 500 ch sous 28, 5 m. à 150 t. : min.

été adopté comme robinet de garde de la turbine. On notera l'importance donnée au palier-

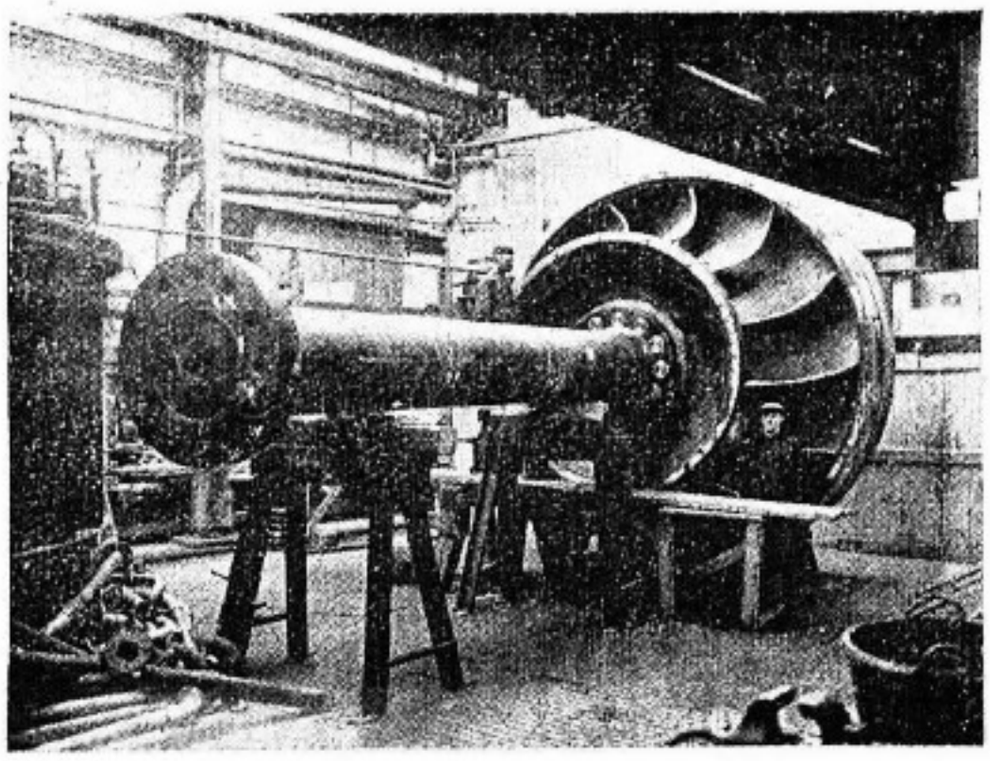


Fig. 19.
[Roue de turbine Francis rapide.

guide inférieur, à juste raison d'ailleurs, pour éviter les vibrations.

Pour *les basses chutes*, les Francis ne sont compatibles que pour de faibles puissances, car l'aménagement des grosses puissances se fait à l'aide de roues hélices. L'axe est vertical ou horizontal, suivant le débit et le genre de récepteurs.

La fig. 21 donne une disposition de turbine (simple) à axe vertical entraînant l'alternateur par l'intermédiaire d'un engrenage conique. La

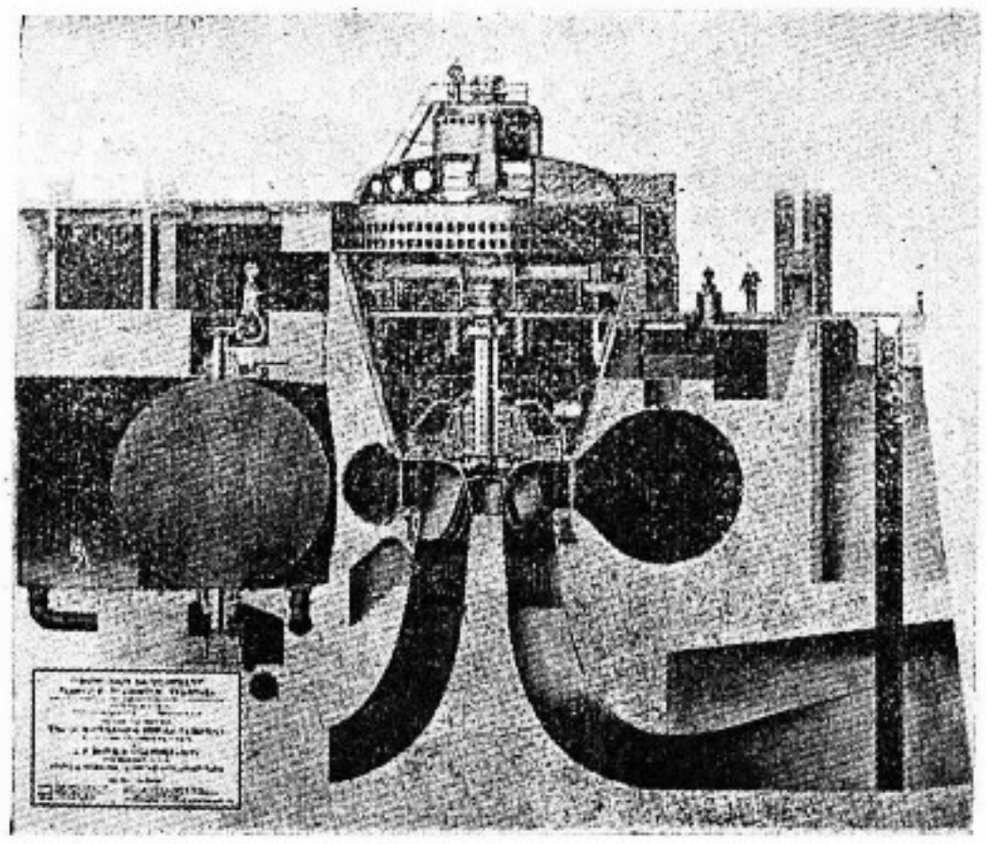


Fig. 20.
Turbine Francis de moyenne chute à très grosse puissance P = 54 000 ch sous 30 m. de chute à 81,8 t. min.

chambre d'eau est à veine libre ; le diffuseur coudé (const. J. M. Voith). Dans d'autres dispositions de turbines à axe vertical, l'alternateur,

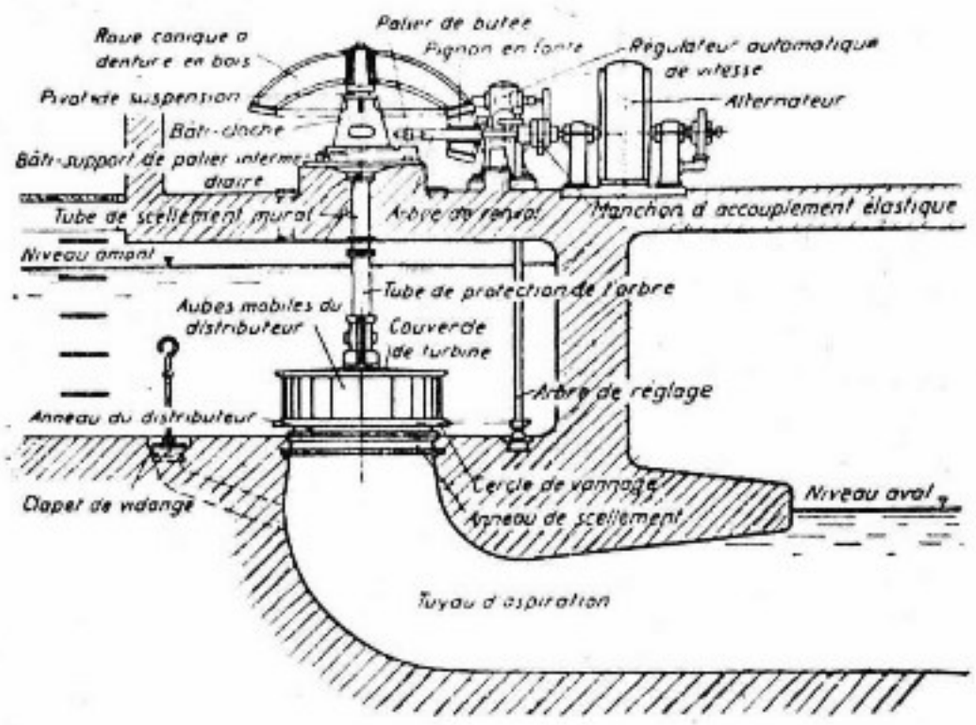


Fig. 21
Turbine Francis de basse chute et de petite puissance à axe vertical et à engrenages

également à axe vertical, est entraîné par engrenages cylindriques à chevrons hélicoïdaux.

La fig. 22 donne la disposition d'une turbine Francis double à axe horizontal entraînant directement l'alternateur (la vitesse étant ici suffisante pour rester dans des conditions économiques) ; le diffuseur est droit et commun aux 2 roues.

C ROUES-HÉLICES : H<20 mètres. (L'axe est presque toujours vertical.)

La fig. 23 donne la photographie d'une roue-hélice *à pales fixes* de 5.600 ch. sous 10,2 m.,

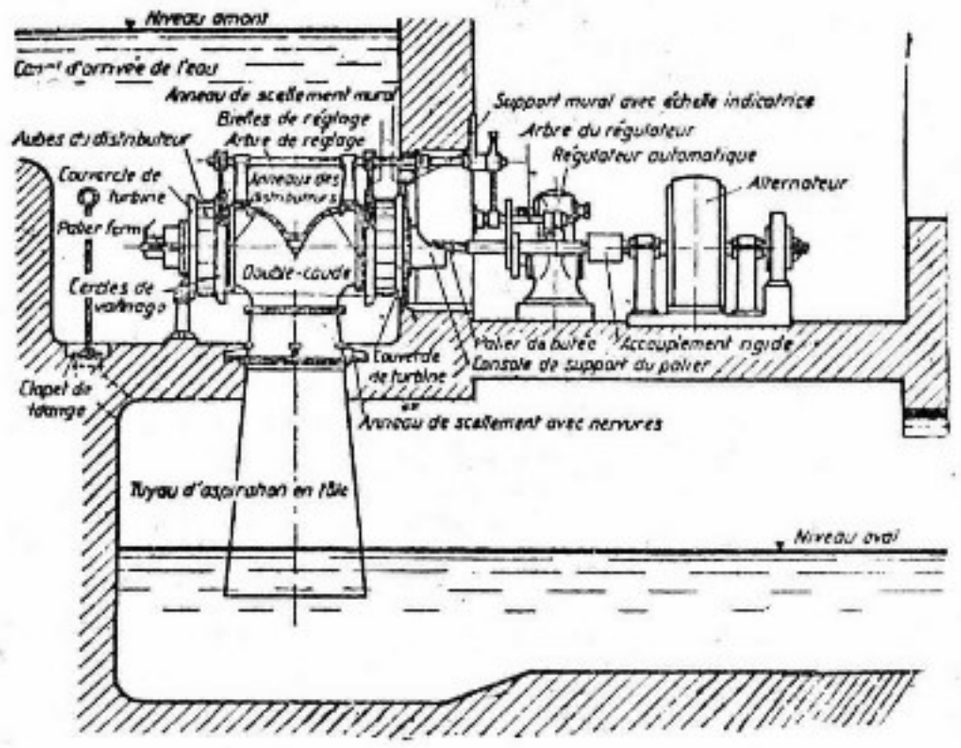


Fig. 22.
Turbine Francis double de basse chute et de faible puissance, à axe horizontal.

construite par les Ateliers Neyret Beylier et P.P. Ces roues ont été subtituées aux roues Francis

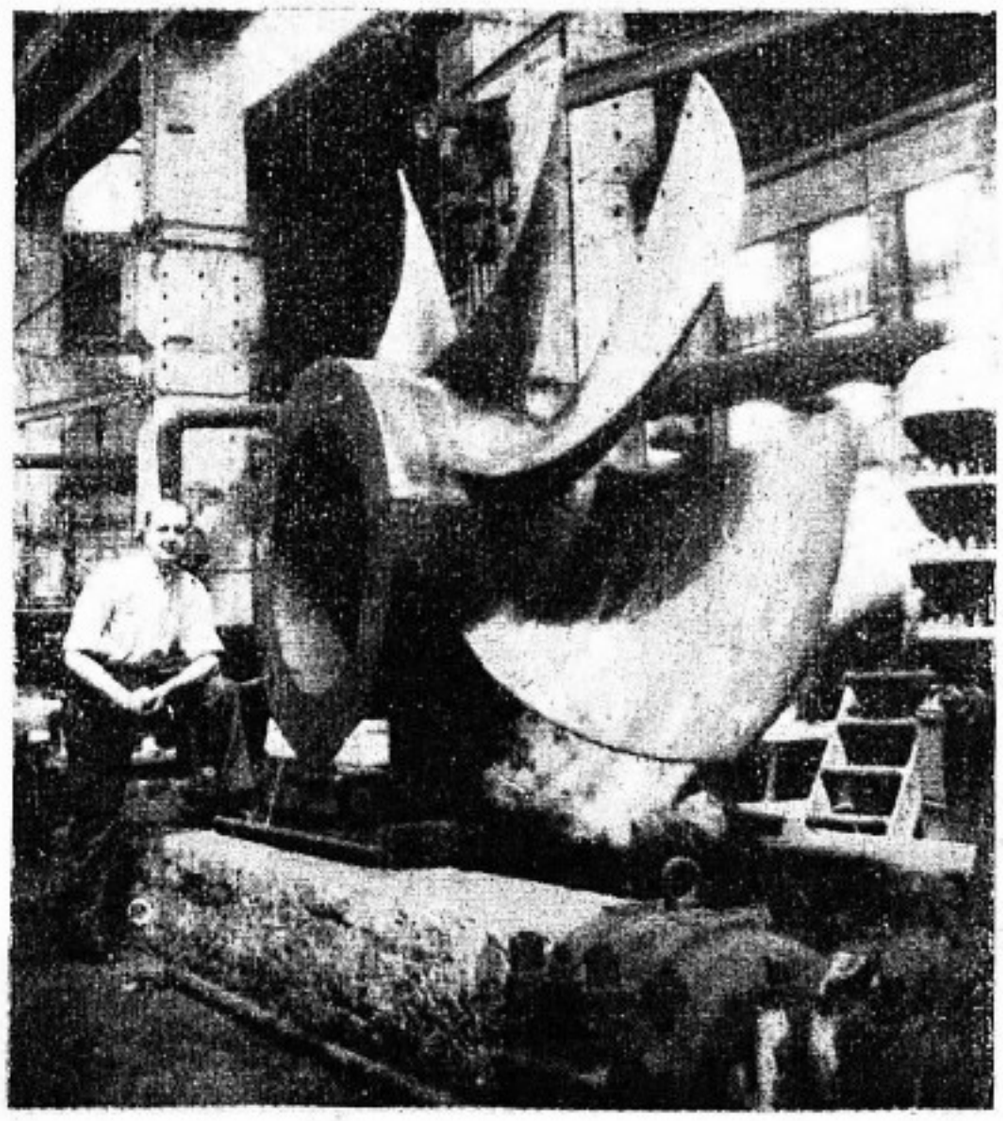


Fig 23.
Roue hélice à pales fines de Beaumont-Monteux P = 5 600 ch sous 10,2 m.

rapides de l'Usine de la Basse-Isère (fig. 24), en vue d'augmenter la puissance (débit absorbé) et

et le rendement à charge normale ou à chutes fractionnaires.

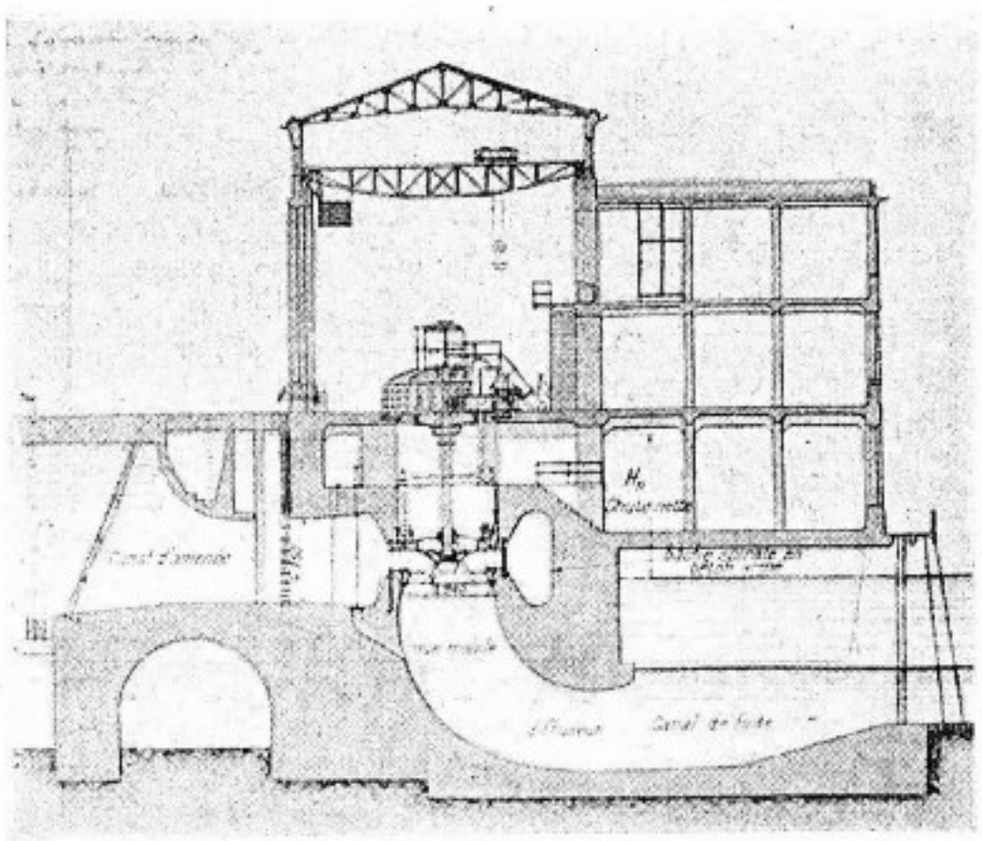


Fig. 24.
Coupe de la centrale de Beaumont-Monteux :
P = 5 600 ch sous 10,2 m.

La fig. 25 donne la coupe d'une turbine-hélice *à pales mobiles*, à chambre d'eau ouverte, construite par les Ateliers Neyret Beylier et P.P. P = 110 ch, H_n = 4 à 5 m, N = 415 t : min. Nous allons montrer plus loin l'intérêt des roues à pales mobiles.

Les fig. 26 et 27 donnent deux photographies d'une roue-hélice à pales mobiles construite par les Ateliers Schneider Jaquet à Strasbourg. Sur la fig. 26, on voit le mécanisme de commande des pales orientales (par bielles, manivelles, croisillon et tige passant dans l'arbre creux) ;

Sur la fig. 27, on voit le gros moyeu (coiffe creuse) adopté pour éviter la formation d'un vortex central et la cavitation qui en résulterait.

Enfin, la fig. 28 montre l'inclinaison des pales d'une roue-hélice à pales orientables construite par J. M. Voith.

Sauf pour les toutes petites machines, l'inclinaison des pales est réglée automatiquement par le régulateur de puissance (de vitesse), simultanément avec les directrices mobiles du distributeur. Celui-ci peut être *radial* ou *conique*. Ces distributeurs coniques sont d'un grand intérêt lorsque la chambre d'eau existante, est faiblement dimensionnée.

Les roues hélices entraînent directement (1), ou par l'intermédiaire d'engrenages, les récepteurs mécaniques ou électriques.

Les figures précédentes montrent que la forme des roues hélices se rapproche vraiment de celle des hélices marines ; en particulier, *le nombre restreint de pales* et *leur faible développement* sont des caractéristiques frappantes de ces machines.

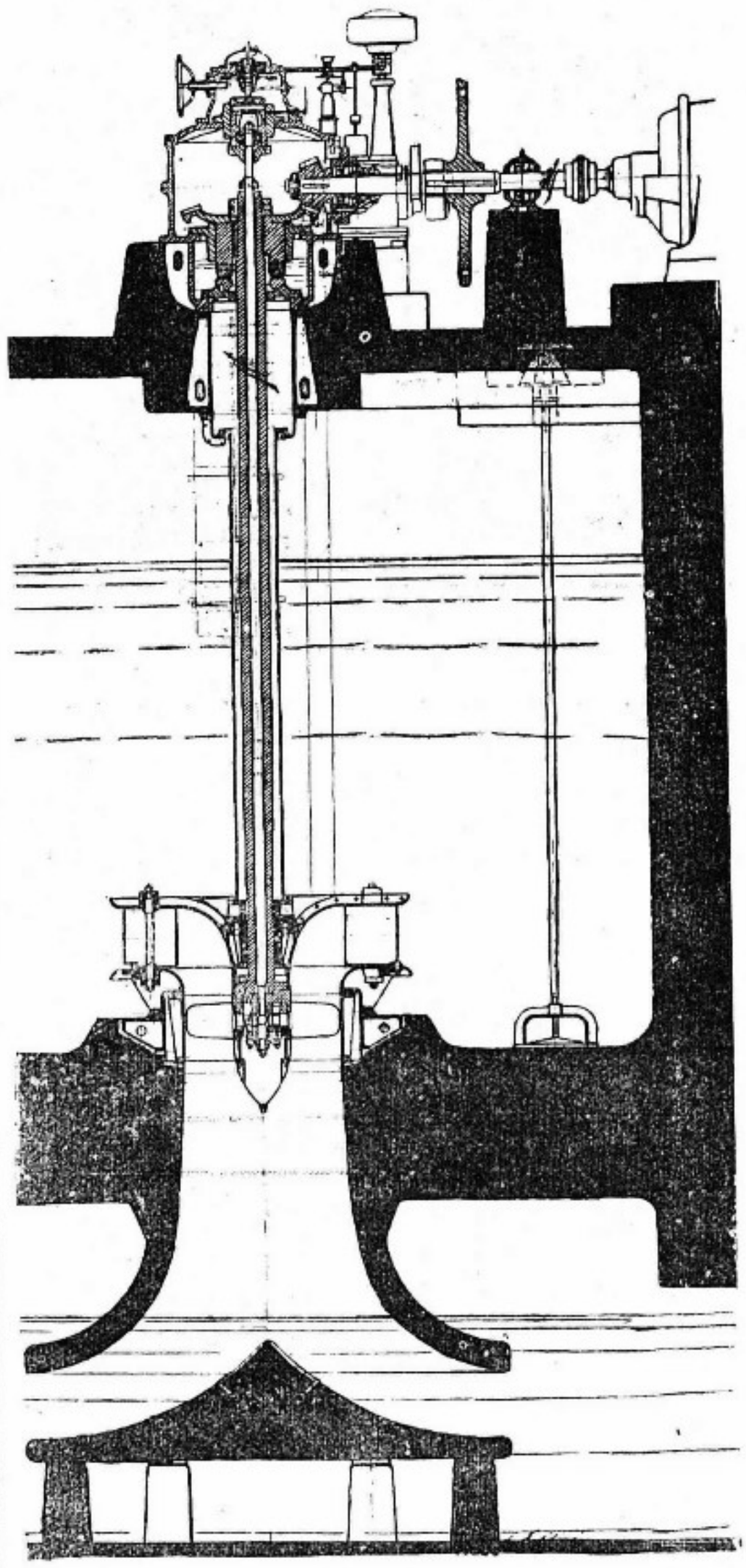


Fig. 25.
Roue hélice à pales mobiles de 110 ch sous 4,7 m de chute à 415 t. : min.

Une telle conception a pour but de pouvoir augmenter la vitesse de rotation sans diminuer la valeur du rendement. — Si l'on veut, en effet, toutes conditions égales d'ailleurs, augmenter le n_s, il faut admettre de plus grandes vi-

(1) Cela doit être toujours le cas des grandes puissances.

tesses circonférentielles et, partant, de plus grandes vitesses relatives dans les aubes, surtout vers la périphérie. Comme les frottements hydrauliques sont proportionnels aux carrés de ces

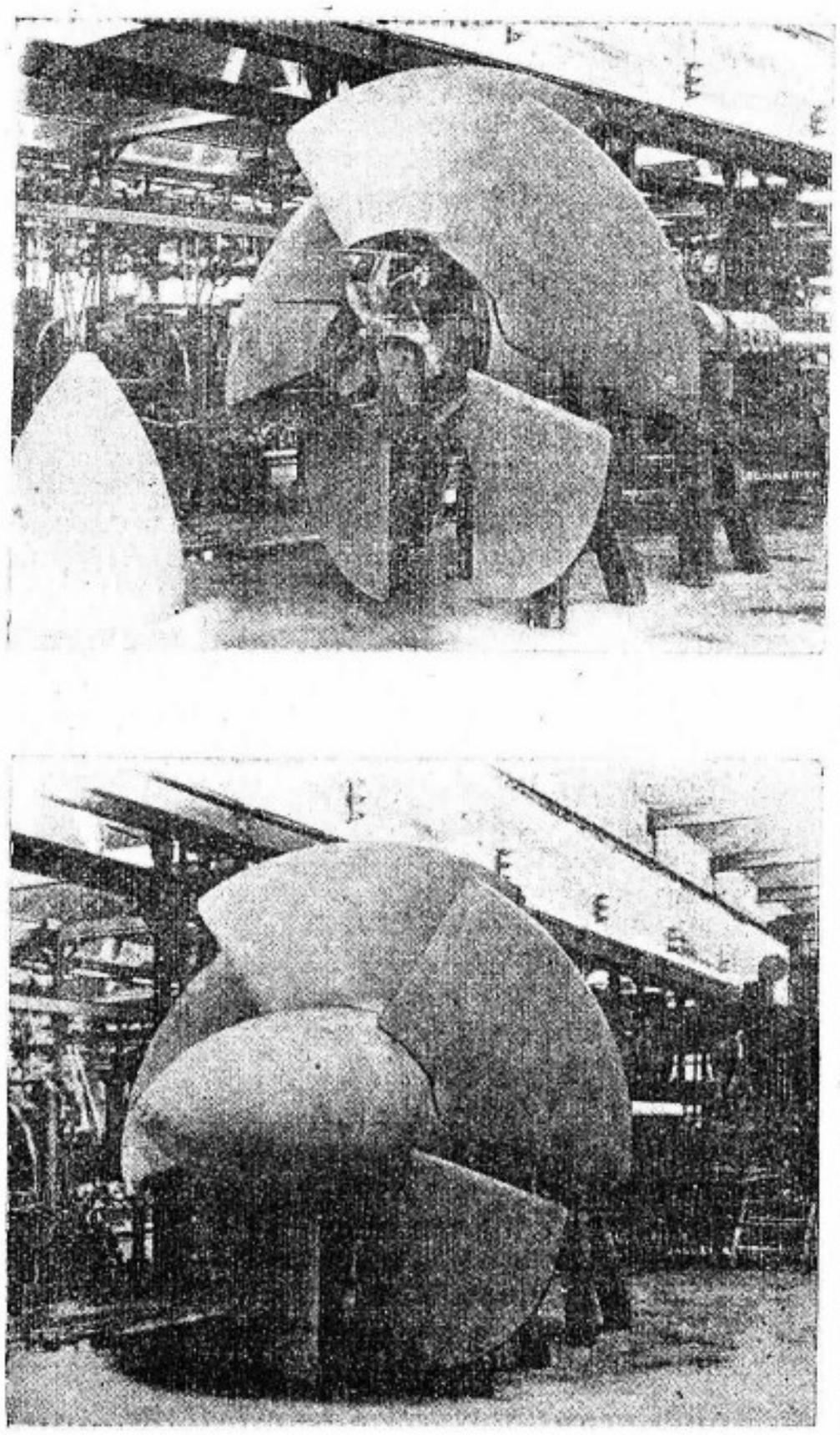


Fig. 26 et 27.
Roue hélice à pales mobiles;
vue de la commande des pales.

vitesses relatives et à la surface des aubes, on est conduit à diminuer le nombre de pales, ainsi que leur développement. Ce sont ces mêmes considérations que l'on retrouve pour le tracé des carènes, des coques et des ailes d'avions.

Par contre, par suite des faibles contraintes dans le guidage de l'eau, les risques de sillage sont plus grands, de même que les phénomènes locaux de cavitation. Comme l'énergie cinétique résiduelle à la sortie de ces roues hélices est, d'autre part, très grande (40 à 50 o/o de H_n), on se rend compte de toutes les précautions indispensables à prendre pour *éviter la cavitation*.

Choix des turbines hydrauliques répondant le mieux aux données hydrauliques (en particulier aux fluctuations de la chute et du débit) et a celles de l'exploitation (fluctuations de la charge).

Tout d'abord, pour une chute quelconque H_n, a-t-on libre choix sur le type de turbines, le n_s ? Nous pouvons répondre : non.

Le choix du type de turbines, indépendamment d'autres facteurs que nous allons étudier plus loin, est asservi à *certaines contraintes : la cavitation à éviter, les conditions de montage, démontage et surveillance de la roue, les travaux de Génie Civil importants auxquels conduisent une roue située bien au-dessous du niveau aval.*

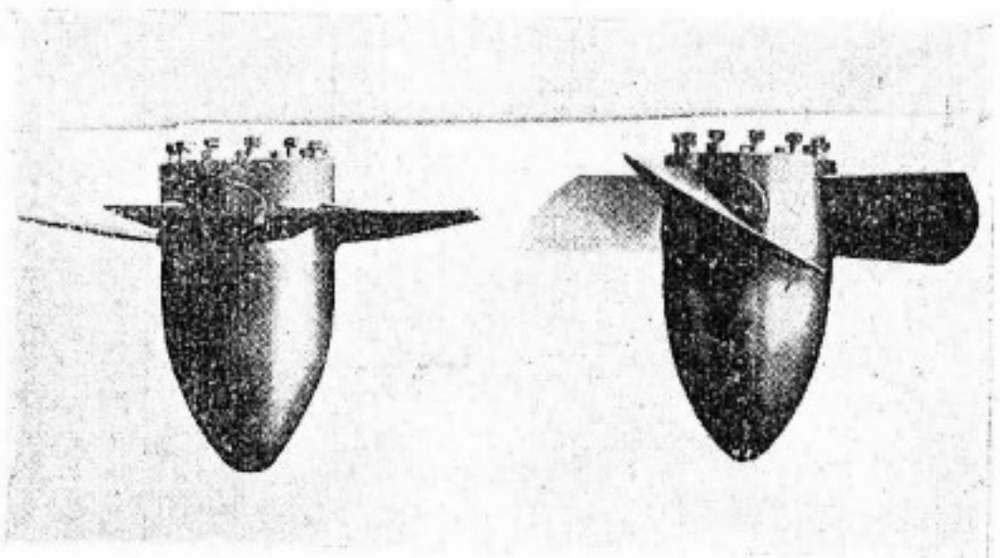


Fig. 28
Inclinaison variable des pales d'une roue-hélice.

En se basant sur l'*expérience de laboratoires* (essais sur modèles réduits, en faisant varier la chute et le vide à la sortie de la roue) et *sur les statistiques de roues en service* ayant donné satisfaction ou non, les constructeurs de turbines ont pu établir une relation entre la chute à ne pas dépasser et la vitesse spécifique, pour éviter la cavitation.

La situation de la roue, par rapport au niveau aval le plus bas, entre en ligne de compte dans ce choix, de même que l'altitude du lieu de l'installation et la température de l'eau... La courbe frontière de la figure 29 exprime cette relation étant sous-entendu que, sur la frontière même, pour toute sécurité, la hauteur statique d'aspiration est nulle ou de préférence négative. Ces considérations ne s'appliquent qu'aux Francis et roues-hélices.

S'il est possible de placer la turbine Francis ou hélice (alors nécessairement à axe vertical) à une profondeur suffisante au-dessous du niveau aval, on peut dépasser les limites du graphique (figure 29). C'est ainsi que des Francis de grosse puissance sous 400 mètres de chute ne doivent pas présenter de difficultés au point de vue cavitation, de même que les roues hélices sous des chutes supérieures à 20 mètres

(jusqu'à 30 mètres). Malheureusement, une roue située bien au-dessous du niveau aval le plus bas présente de nombreux inconvénients (entretien et démontage difficiles, travaux de génie civil considérables, grande hauteur de bâtiment, grande longueur de l'arbre...), de sorte qu'en tenant compte des plus ou moins grandes facilités d'exploitation et *des conditions économiques* (dont il ne faut jamais perdre de vue), la courbe frontière de la figure 29 peut être considérée comme une limite raisonnable.

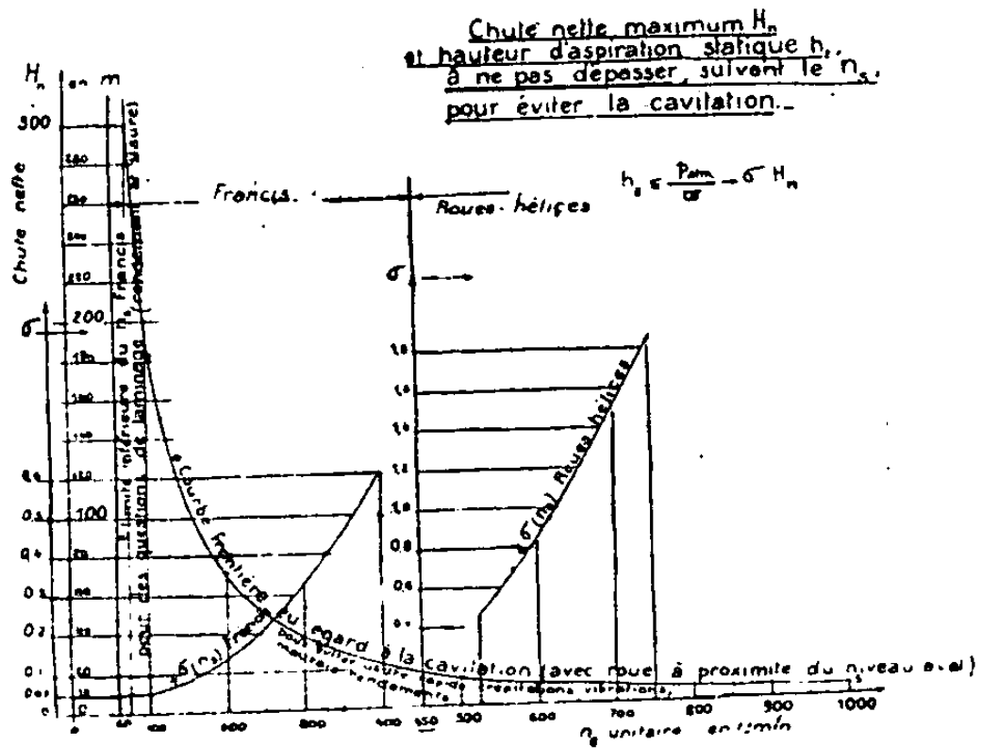


Fig. 29.

La hauteur d'aspiration statique limite h_2, ou différence de niveau entre la sortie de la roue et le plan d'eau aval, à ne pas dépasser pour éviter la cavitation, peut-être déterminée par la relation (1) :

$$\frac{\text{patm.} - h_2}{\frac{\omega}{\text{lln}}} \geqslant \sigma,$$

ϱ étant encore égal à $\eta_d \cdot k_1^2 + k \cdot \lambda_0^2$

Les valeurs de σ (minima) en fonction du n_s ont été représentées sur le graphique de la figure 29. Elles correspondent à des turbises n'ayant donné lieu à aucun ennui au point de vue cavitation (mauvais rendements et usure), et présentent, par conséquent, une très grande sécurité.

Les ingénieurs américains bien connus, Rogers et Moody, n'emploient pas ce terme σ (2), mais un coefficient de cavitation k , dont la relation avec σ est la suivante :

$$\sigma = k_c + \eta_d \cdot k_1^2 = k \cdot \lambda_0^2 + \eta_d \cdot k_1^2,$$

η_d : rendement du diffuseur (0,6 à 0,9) ;

$$k_1^2 = \frac{v_1^2}{2gH_n}; \text{ et } \lambda_0^2 = \frac{w_0^2}{2gH_n}$$

(1) Voir notations, ouvrage de l'auteur « Turbines hydrauliques et Régulateurs automatiques de vitesse ». Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard, Paris.

(2) Dû à M. Thoma, professeur à Munich.

V_1 : vitesse absolue de sortie, en mètres/seconde.

W_0 : vitesse relative à l'entrée, en mètres/seconde.

k : coefficient d'expérience (dépend du nombre d'aubes, de leur longueur, de leur tracé, de leur inclinaison). k dépend aussi de l'inclinaison des directrices mobiles, c'est-à-dire de la charge de la turbine.

Indépendamment des considérations qui précèdent (valeur absolue de la chute, hauteur d'aspiration statique minimum, disposition de l'axe, récepteurs à entraîner, implantation de l'usine, travaux d'eau...), *dans le choix du type de turbines* (défini par le n_s), *il faut tenir compte de l'influence sur le rendement :*

a) *Des fluctuations du débit ou de la charge ;*

b) *Des fluctuations de la chute, la vitesse de rotation restant constante (vitesse imposée, en général).*

a) *Fonctionnement à charge (ou débit) variable et chute et vitesse constantes* (figure 30). Le rendement de la Pelton comme celui de la roue hélice à pales orientables (genre Kaplan)

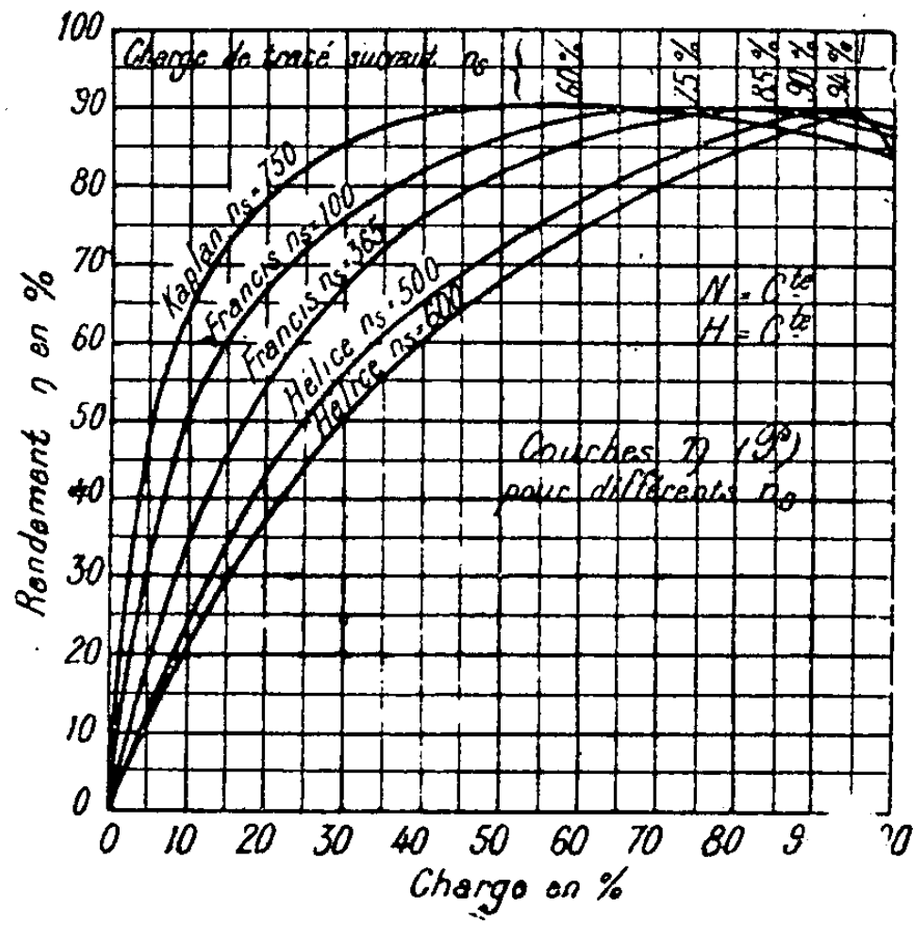


Fig 30.

Rendements en fonction de la charge à chute et vitesse constantes des turbines de différents N_s. La courbe de la Pelton est dans le voisinage de celle de la roue-hélice à pales mobiles.

reste bon (1) ; c'est précisément, pour ces dernières, leur véritable but et intérêt ; celui de la Francis est d'autant plus influencé par les variations de débit Q ou de puissance P que sa vitesse spécifique est grande ; enfin, celui de la

(1) Les 2 courbes sont à peu près confondues.

roue hélice à pales fixes est très influencé par les fluctuations de Q ou de P.

Les turbines Pelton et roues à pales mobiles, bien qu'utilisées dans des domaines très différents, ont pour caractéristique commune de présenter un véritable intérêt dans le cas de charge ou de débit variables. Par contre, les roues hélices à pales fixes et Francis poussées sont complètement à rejeter dans ce cas.

Dans une centrale de basse chute composée de plusieurs unités, dont des roues hélices à pales orientables, il sera naturel d'imposer à celles-ci la fonction de faire face aux variations de puissance.

Enfin, on peut être conduit, pour les Francis, uniquement par cette considération de variation du rendement avec Q ou P, à diminuer leur n_s et, par conséquent, à diminuer N ou à augmenter le nombre de groupes.

Il y a lieu, d'autre part, de considérer *le débit de marche à vide* qui est d'autant plus grand que le n est poussé, ce débit peut atteindre 30 o/o à 40 o/o du débit normal pour les

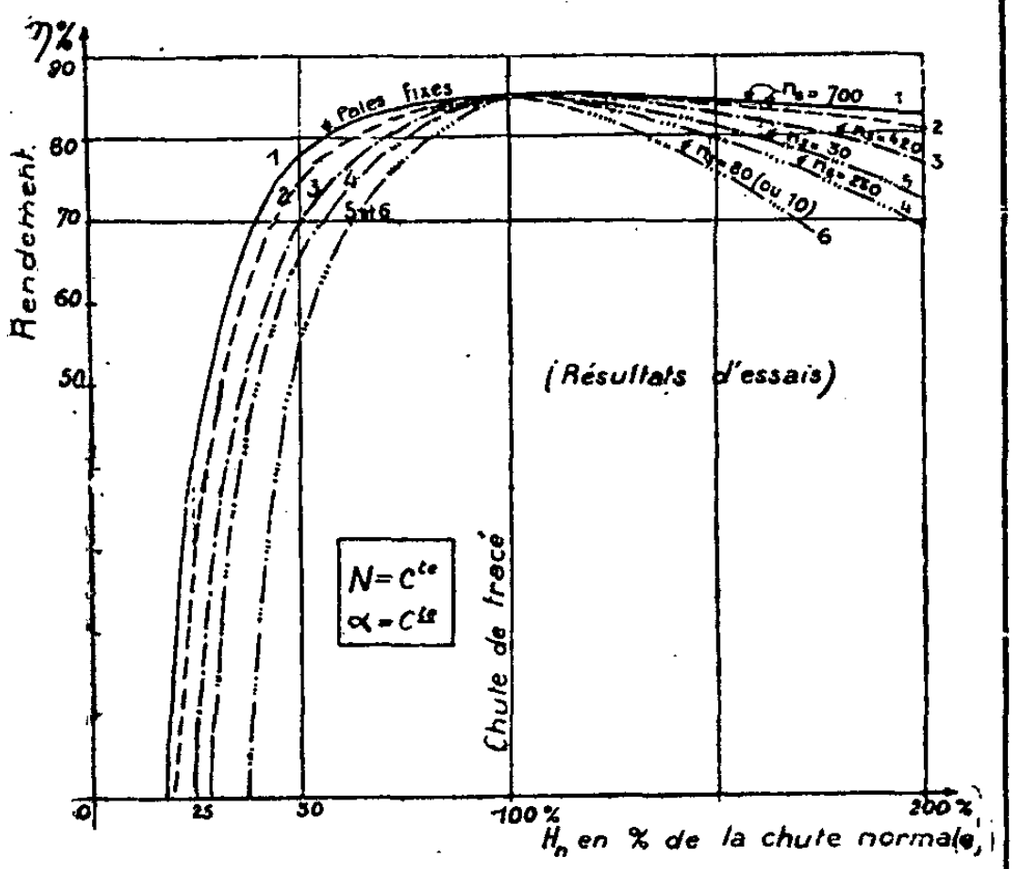


Fig 31.
Rendements en fonction de la chute à ouverture et vitesse constantes.

roues hélices, et cette nouvelle considération peut intervenir dans le choix du type de turbines.

b) *Fonctionnement à chute variable et ouverture α et vitesse N constantes* (figure 31). Le rendement est d'autant moins influencé par les fluctuations de chute que la vitesse spécifique est grande.

Dans le cas de basses chutes à hauteur très variable, on peut donc avoir intérêt à pousser le n_s (et par conséquent N et P), mais il faudra tenir compte de ce que le débit de marche à vide augmente et que le rendement sera très influencé par les variations de débit ou de charge (à moins de prendre des roues à pales mobiles). Celles-ci ont, dans certains cas, un rendement légèrement moins bon (en fonction de la chute) que les roues hélices à pales fixes.

On voit que les turbines Pelton ne conviennent pas du tout pour des variations de chute sensibles ; ils est vrai que ce cas est rare dans l'utilisation des hautes chutes.

Les roues hélices ont une propriété très intéressante, *celle de pouvoir absorber (à vitesse constante), d'autant plus d'eau que la chute est faible,* circonstance très favorable en pratique, puisque c'est précisément là les caractéristiques naturelles de variation des basses chutes. Ainsi, lorsque la chute diminue, le rendement diminue aussi, mais la puissance ne tombe pas rapidement, parce que la turbine absorbe beaucoup plus d'eau sous faible chute (généralement encore moins qu'on en dispose) ; le rendement, à ce moment-là, devient d'ordre secondaire.

En ce qui concerne *le choix du nombre de groupes, la tendance actuelle*, par suite de la régularisation généralisée des régimes hydrauliques et de l'interconnexion des réseaux, *est due aux groupes de grande puissance.*

Les unités de 40.000 ch. à 50.000 ch. deviennent fréquentes. Aux Etats-Unis, des groupes de 100.000 ch. sont actuellement en cours de montage.

Conclusion.

Nous pensons que ce court exposé sur les turbines hydrauliques suffira en lui-même pour donner au lecteur une idée de l'état actuel de cet important domaine de la science de l'ingénieur. Parmi les sources d'énergie naturelles, de nos jours mises en valeur industriellement (la houille, les lignites, le pétrole), l'aménagement des chutes d'eau prend, dans tous les pays du monde, une place importante. C'est qu'en effet la *Houille blanche a sur les autres formes de l'énergie des supériorités incontestables, celle de se renouveler indéfiniment par le cycle même des transformations terrestres*, celle *de pouvoir être mise en valeur presque sans perte, grace aux progrès réalisés dans la construction des turbines hydrauliques et alternateurs*, celle *d'éviter un travail pénible* (mines, puits de pétrole), celle, enfin, au point de vue économique, de *ne nécessiter aucun frais régulier de combustible* (frais proportionnels) ainsi qu'*un amortissement rela-*

tivement faible. Si la mise en valeur des chutes d'eau rencontre certaines difficultés importantes, telle que l'adaptation des disponibilités naturelles aux fluctuations de l'utilisation, les travaux considérables du Génie Civil pour les basses chutes et grandes puissances, les grandes

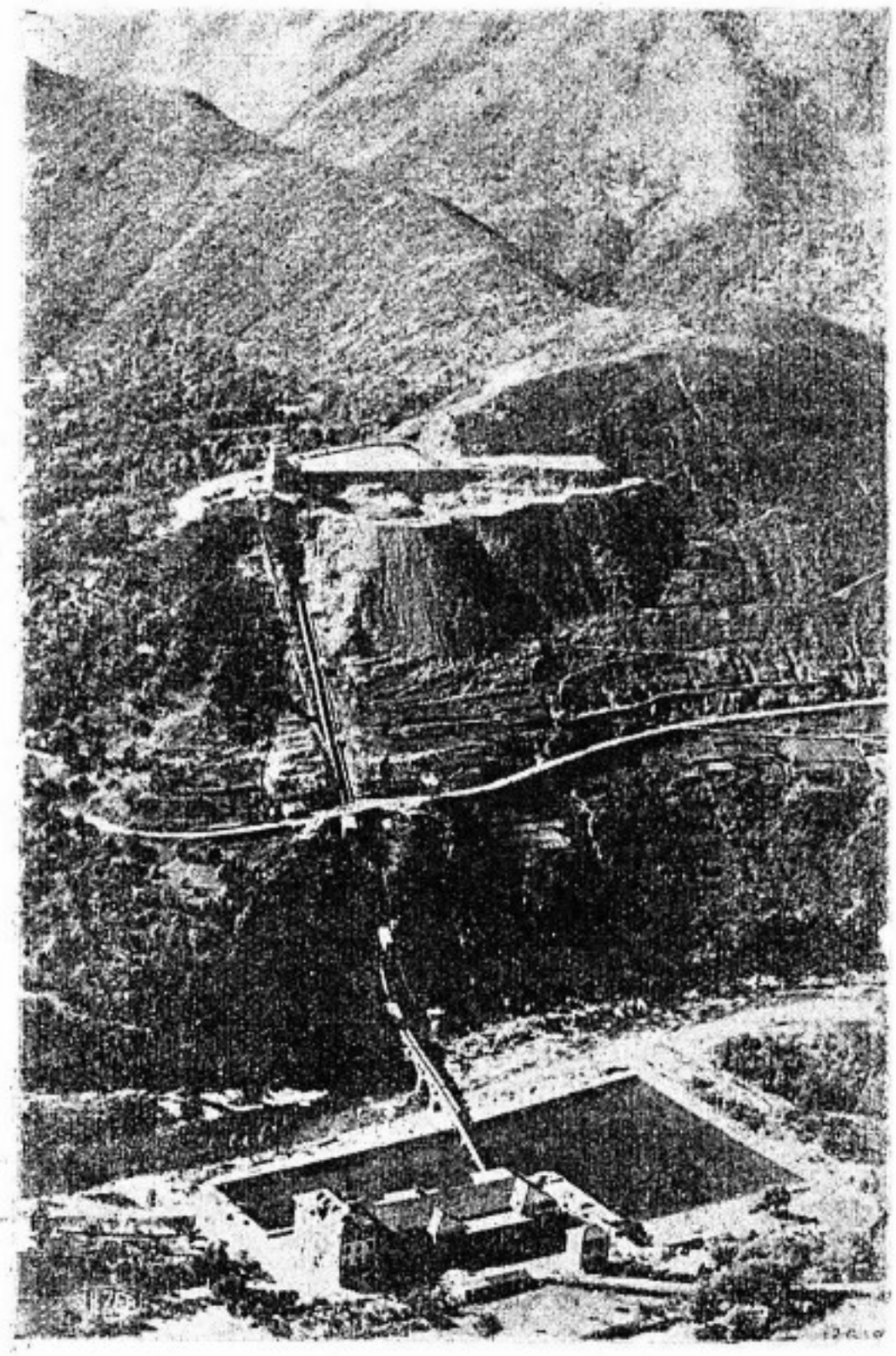


Fig. 32
Installation d'accumulation hydraulique par *pompage* (Accumulation hydraulique de l'énergie des heures " creuses "). Vue du bâtiment des turbines, pompes et alternateurs (moteurs synchrones), du réservoir inférieur, des conduites forcées (de refoulement ou d'amenée), du bassin supérieur. (Pompes installées par Sulzer).

distances qui séparent bien souvent les centrales hydro-électriques des centres de « consommation », l'homme s'est ingénié à résoudre tous ces problèmes techniques et économiques. La conjugaison de centrales hydrauliques à régimes opposés, l'accumulation en grand de l'énergie hydraulique par réserves saisonnières, hebdomadaires, journalières, ou station de pompage (fig. 32) la compensation avec des centrales thermiques au charbon, aux lignites, au pétrole (Diesel)... ne constituent-elles pas des solutions efficaces permettant de concilier, sans exagérer les prix de revient de l'énergie, les fluctuations naturelles des chutes ou des débits avec celles — souvent beaucoup plus capricieuses — de l' « utilisation ».

Les turbines hydrauliques tant par l'économie de l'énergie qu'elles permettent de réaliser (leur rendement n'atteint-il pas 90 à 92 % pour les très grosses puissances) que par leur sécurité de fonctionnement, contribuent largement à une meilleure utilisation de ce que le Créateur nous a donné.

La perfection des turbines hydrauliques n'a vraiment pu se faire que du jour où l'on a compris la nécessité d'opérer par expériences. Plus encore dans ce domaine que dans celui des turbines à vapeur, ce n'est que par l'appui des résultats des essais directs au laboratoire ou à l'usine, sur modèles réduits ou sur des turbines originales, que l'on peut construire à coup sûr les machines hydrauliques et garantir leur fonctionnement.

Le laboratoire est à la base de la science de l'ingénieur hydraulicien. Sans lui, il ne peut rien conclure ; le doute subsiste toujours. Si l'appui des mathématiques est indispensable, à lui seul il est insuffisant.

N'est-ce d'ailleurs pas là une règle générale dans tous les domaines scientifiques, à des degrés plus ou moins intenses, mais toujours réels.

L'homme pourrait être fier des résultats auxquels il est parvenu, si les réalisations qu'il a tirées de son génie inventif, de ses conceptions et de son travail persévérant, n'étaient vraiment destinées qu'à des buts de vie.

Osons formuler ce vœu que la mise en valeur des chutes d'eau et que les progrès réalisés dans la construction des turbines hydrauliques, objet de notre exposé, ne soient pas seulement un pôle d'activité scientifique ou technique, mais, à côté de l'économie que ces facteurs permettent de réaliser, souhaitons qu'ils contribuent surtout au progrès moral de l'humanité.

LE REGIME DE L'ALCOOL EN FRANCE

par Albert RANC
Docteur ès Sciences

Le problème de l'alcool, en France, est très complexe. Il est scientifique et technique, en ce qui concerne la production et l'utilisation de l'alcool. Il présente un intérêt économique considérable, l'alcool étant un carburant de formation actuelle produit de notre activité agricole. Si on examine son aspect fiscal, on constate que notre production en alcool est le support de taxes et d'impôts qui forment une part importante de nos rentrées budgétaires. Enfin, par la variété et la répartition de nos cultures alcooligènes, par le nombre des travailleurs qui y sont attachés, son caractère politique est à considérer d'une façon toute particulière.

Nul ne s'étonnera donc qu'un tel problème ait soulevé de nombreuses discussions un peu dans tous les milieux et que l'établissement d'une législation en ce qui le concerne ait été une besogne longue et difficile.

C'est à la suite du vote de l'article 4 de la loi du 30 juin 1916 que fut institué un régime provisoire de l'alcool en France qui était alors imposé par la nécessité dans laquelle se trouvait l'Etat d'avoir à sa disposition un service de l'alcool pour donner satisfaction aux exigences impérieuses de la défense nationale. Ce régime, qui dure encore aujourd'hui, divise les alcools en deux catégories :

1° *Les alcools libres* qui sont, en somme, les alcools naturels de la classification de 1903. Ce sont des alcools de consommation ou de bouche qui jouissent de la liberté commerciale :

a) Eaux-de-vie et alcools provenant uniquement de la distillation des vins, cidres et poirés, marcs et lies, cerises, prunes et prunelles ;

b) Rhums et tafias des colonies françaises;

c) Genièvres provenant de la distillation, en présence de baies de genièvre, des moûts fermentés de seigle, de blé, d'orge et d'avoine ;

2° *Les alcools réservés à l'Etat* qui sont les alcools d'industrie de ladite classification où on distingue ceux provenant des substances farineuses, des betteraves, des mélasses, etc.

Sous l'influence de ce régime provisoire, la situation de notre production d'alcool s'est modifiée. Elle est actuellement caractérisée par :

1° Une augmentation de production des alcools libres en général et des alcools de cidres en particulier (1).

2° Par une diminution de production des alcools réservés à l'Etat, production qui comporte en elle-même une augmentation de la fabrication de l'alcool de betteraves qui domine la fabrication de l'alcool de mélasses et encore plus celle de l'alcool de grains.

Ainsi se trouvent en opposition : les fabricants d'alcools de racines et de grains et les fabricants d'alcools de fruits. D'autre part, l'opposition existe entre les viticulteurs et les cidriculteurs, entre les producteurs d'alcool de grains et ceux d'alcool de betteraves.

Tous se retournent vers l'Etat qui a créé les deux catégories d'alcools libres et d'alcools réservés et qui achète ces derniers.

Tous sont d'accord pour remplacer le régime, qui dure depuis 1916 par un régime définitif à établir sur des bases nouvelles, soit sur les bases admises plus ou moins modifiées.

*
* *

Au début de toute l'histoire de l'établissement du régime définitif de l'alcool en France se trouve le projet de loi du 6 août 1919 voté par la Chambre des députés, établissant le monopole par l'Etat de l'alcool d'industrie. Ce projet, actuellement devant le Sénat, peut se résumer ainsi :

Tous les alcools d'industrie, produits ou importés, sont achetés par l'Etat, qui en assure la vente. Le monopole ainsi créé est exploité par une administration contrôlée par le ministère des Finances et ayant un budget annexe rattaché au budget général. Les prix d'achat des alcools sont fixés par campagne, les prix de vente tous les cinq ans. Un rapport annuel sera présenté sur la gestion financière et la marche du service.

Le 19 mai 1921, M. Maurice Sarraut déposa devant le Sénat un rapport et un nouveau projet de loi apportant au projet de la Chambre un certain nombre de modifications :

Le monopole administratif est remplacé par un Office de l'Alcool ayant les mêmes attributions.

(1) La distillerie des pommes, des poires et de leurs dérivés cidres et poirés, marcs et lies s'est formidablement développée.

Production moyenne des années 1907 à 1913 : 74.000 hectolitres.

Années	Production
1927	375.000 hectolitres
1928	496.000 —
1929	483.000 —

Les alcools achetés ne pourront servir à la consommation de bouche que pour l'exportation sous toutes ses formes, et la fabrication des vins de liqueurs et des vinaigres.

L'Office est un établissement public, doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière.

Il est géré par un directeur et un Conseil d'administration sous la haute autorité du ministre des Finances.

L'Office acquiert obligatoirement les alcools français de betteraves ou de mélasses, les alcools de grains et de substances farineuses, même importés, mais obtenus seulement en vue de la production de la levure, les alcools industriels des colonies ou des pays de protectorat, éventuellement et suivant un contingentement les alcools synthétiques français.

Les prix de cession des alcools réservés sont fixés tous les deux ans pour chaque catégorie de consommateurs. Ils ne seront jamais inférieurs aux prix de revient, sauf pour l'alcool utilisé comme combustible ou pour la production de force motrice.

Les planteurs de betteraves et les distillateurs, connaissant ce nouveau projet de loi provoquèrent, le 3 juin 1921, une réunion entre le Syndicats des Fabricants d'alcools, le Groupement de la Distillerie française, le Syndicat de la Distillerie agricole, la Fédération des Syndicats de Distillateurs et Bouilleurs d'eau-de-vie du Midi. Un procès-verbal de cette réunion fut rédigé. Il mentionnait les conditions dans lesquelles ces associations pouvaient renoncer à l'écoulement de leur alcool pour la consommation de bouche.

Il est évidemment nécessaire, si on veut protéger en toute justice la production des alcools de fruits en leur réservant la consommation de bouche, d'élargir les débouchés de l'alcool de racines, de grains et de mélasse. C'est donc un ensemble de questions techniques qui domine le problème législatif de l'alcool dans notre pays et, à quelques variantes près, dans toutes les nations.

La question de l'utilisation de l'alcool en dehors du marché de la consommation de bouche n'a commencé à prendre une réelle importance qu'au début du siècle. Depuis cette époque, des expositions, des congrès, des missions, des enquêtes ont été organisés à plusieurs reprises pour rechercher les solutions qu'elle comporte.

Une Commission extra-parlementaire de l'alcool, instituée en 1902, désigna une sous-Commission des emplois industriels de l'alcool, qui fut présidée par M. Jean Dupuy, ancien ministre de l'Agriculture et qui comptait parmi ses membres, des savants, des agriculteurs, des hommes politiques, des industriels et des financiers, des représentants de l'administration. Les résultats de ses travaux ne furent pas particulièrement précis. Mais, en 1907, une deuxième Commission fut créée. Dite de « l'alcool industriel », cette Commission, composée de 22 membres nommés par la Chambre des députés, eut pour mission de rechercher les moyens de développer l'usage de l'alcool pour le chauffage, l'éclairage et la production de la force motrice. Sa présidence fut confiée à M. Alexandre Ribot, ancien président du Conseil des ministres. Elle procéda à une vaste enquête parmi toutes les personnes qui, par leur fonction, leur profession ou leur situation pouvaient avoir une compétence indiscutable en la matière (1). Les résultats qu'elle fournit furent en tout point remarquables et la documentation qu'ils constituent est encore la base normale de toute étude sur la question. Le problème du carburant national s'y trouve notamment posé en des termes qui impressionnent par leur justesse. Malheureusement, les travaux des esprits clairvoyants et des esprits sagaces qui participèrent à cette enquête ne rencontrèrent alors ni l'attention des masses, ni les encouragements des pouvoirs publics (2). Ce n'est que dans les premières années de l'après-guerre que l'essentiel de ces travaux fut utilisé en vue d'applications pratiques immédiates dont nous allons donner un aperçu. Les divers emplois industriels de l'alcool peuvent être classés de la façon suivante :

1° Emplois comme matière première proprement dite. Dans ce cas, l'alcool est destiné à subir des transformations chimiques comme dans la préparation de l'éther, du chloroforme, etc.;

2° Emplois comme véhicules ou dissolvants temporaires de différents produits : tanins, quinine, alcaloïdes, etc.;

3° Emplois comme dissolvants permanents comme dans l'industrie des vernis, des collodions, des huiles essentielles, des parfums, etc.;

4° Emplois dus aux propriétés calorifiques de l'alcool.

Les emplois groupés dans cette quatrième catégorie et qui ont trait à l'éclairage, au chauffage, à la production de force motrice, sont de beaucoup ceux qui absorbent les plus grandes quantités d'alcool. En 1912, l'éclairage et le chauffage domestiques absorbaient 73 % de l'alcool dénaturé utilisé. Les moteurs, après en avoir consommé de petites quantités, entre 1900 et 1905 ne l'employaient plus. Cependant, de nombreuses manifestations suscitées tant par l'initiative privée que par l'initiative officielle avaient montré l'intérêt pratique de l'emploi de

(1) Voir *Enquête sur les emplois industriels de l'alcool*. Doc. parlementaires, n° 1346. Ch. des Députés, 1906.

(2) Daniel Berthelot. *Revue Scientifique*, 9 décembre 1922.

l'alcool comme carburant. Il n'est peut-être pas inutile d'en établir la liste chronologique puisque, aussi bien, la question de l'alcool, carburant de néo-formation, domine tout le problème actuel de l'alcool en France.

Avril 1899 : Première course de voitures à alcool de Paris à Chantilly, aller et retour. 18 *octobre* 1900 : course Paris-Rouen, 29 *avril*-7 *mai* 1901 : exposition de moteurs à alcool au concours général agricole de Paris. 18 *novembre* 1901 : premier congrès des emplois industriels de l'alcool (Paris). 16 *novembre* 1901 : premier concours international des appareils et moteurs utilisant l'alcool dénaturé (Paris). *Mai* 1902 : circuit du Nord par voitures à alcool ; la même année, dans la course automobile Paris-Vienne, fut disputée la coupe d'Arenberg, réservée aux moteurs à alcool ; deuxième concours international des moteurs et appareils utilisant l'alcool dénaturé (Paris). *Octobre* 1902 : concours de l'alcool dénaturé appliqué aux usages industriels (Montpellier). *Décembre* 1902 : premier congrès international de l'emploi industriel de l'alcool (Paris). *Mars* 1903 : congrès des études économiques par les emplois industriels de l'alcool (Paris). *Juin* 1907 : concours des véhicules industriels (Paris, Amiens, Lille, Saint-Quentin, etc.). *Novembre* 1907 : deuxième congrès international des applications de l'alcool dénaturé.

*
* *

Si cette série de manifestations n'eut pas les suites qu'on était en droit d'attendre de leurs résultats techniques, c'est que le problème de l'alcool moteur ne reposait pas, à cette époque, sur des bases économiques satisfaisantes. M. Edouard Barthe, député de l'Hérault, le renouvela en soutenant, en juillet 1914 et en mai 1915, la thèse de la séparation du marché des alcools de fruits de celui des alcools de racines et de grains qui établit la solidarité économique entre les différentes régions françaises productrices d'alcool et qui a inspiré le régime provisoire de l'alcool adopté en 1916, dont nous avons précédemment parlé. Elle devait, par la suite, avec l'exposé des expériences et des essais qui mettent en évidence, d'une façon indiscutable les possibilités d'emploi de l'alcool comme carburant, permettre la conclusion de l'accord du 8 avril 1922 à Béziers, dont voici le texte :

« L'assemblée réunie à Béziers, le 8 avril 1922, à l'occasion de la Semaine du Carburant national, sur l'initiative de la Confédération générale des Vignerons, et comprenant notamment :

« 1° Les représentants autorisés de la Confédération générale des Vignerons et des producteurs de vins du Midi ;

« 2° Les représentants autorisés des distillateurs du Midi ;

« 3° Les représentants autorisés des distillateurs industriels et des distillateurs agricoles du Nord ;

« Après avoir enregistré l'adhésion des producteurs de cidre manifestée en date du 7 avril 1922.

« Constate :

« 1° Le plein succès des épreuves organisées à Béziers, en vue de l'utilisation de l'alcool sous forme de carburant national, et félicite le Comice agricole de Béziers qui a pris l'initiative de cette organisation, remercie les souscripteurs dont le concours pécuniaire a permis de le réaliser et d'apporter ainsi, avec la preuve décisive et matérielle que l'emploi du carburant national à base d'alcool peut être obligatoirement utilisé par voie législative, conformément à l'amendement Barthe sur le régime du pétrole ;

« Prend note de l'accord complet intervenu entre la production viticole, la distillerie du Midi, le Syndicat national des Vins et Spiritueux, la distillerie industrielle et la distillerie agricole du Nord, sur les bases suivantes :

« *a*) Le marché de la consommation de bouche, à l'intérieur, doit être entièrement réservé à l'alcool naturel, sauf dans les années où la production des vins de France serait inférieure, stocks à la propriété compris, à quarante millions d'hectos, et où les stocks d'alcool naturel disponible ne dépasseraient pas le tiers de la consommation de l'année précédente, auquel cas l'alcool d'industrie serait exceptionnellement admis à faire l'appoint au cours de l'alcool naturel, majoré de 50 fr. par hectolitre;

« *b*) Le marché de la consommation à l'exportation demeure ouvert aux alcools d'industrie :

« *c*) L'équilibre financier de l'Office sera assuré, notamment, par une contribution de un franc par hectolitre sur la consommation taxée des vins et de 0 fr. 50 par hectolitre sur la consommation taxée des cidres, et par des taxes appropriées sur les rhums, tafias, spiritueux d'importation, ainsi que par les bénéfices réalisés sur les cessions d'alcool aux industries privilégiées.

« Les ressources dont disposera ainsi l'Office seront employées à céder au-dessous du prix de revient, tant au chauffage qu'à l'éclairage et aux moteurs, l'alcool qui devra demeurer un élément essentiel du carburant national.

« L'assemblée est unanimement décidée d'appuyer auprès du gouvernement le projet établi sur ces bases et en réclamer le vote prompt et définitif dans l'intérêt de la prospérité de l'agriculture française et de la défense nationale.

« Les délégués du Nord, étant donnée leur préoccupation d'assurer des ressources à la marche de l'Office, demandent qu'il soit fait mention, dans l'exposition des motifs de la loi de la

déclaration de M. le député de Cassagnac, appuyé par les parlementaires présents et délégués par diverses commissions de la Chambre et du Sénat, de les aider à obtenir des ressources complémentaires, si les ressources actuelles venaient à être insuffisantes. »

Tous les membres présents et délégués à la réunion de Béziers signèrent cette motion et ces procès-verbaux. Depuis le mois d'octobre 1921 fonctionnait le *Comité scientifique du carburant national* avec le concours d'un grand nombre de savants et de spécialistes. Il groupa les directeurs des grands laboratoires publics ou privés pour les associer à l'œuvre entreprise pour reprendre les travaux des précurseurs des premières années du siècle et les mettre au point d'une façon complète et définitive. Il accepta de juger le concours organisé par le comice agricole de Béziers pour avril 1922. Enfin, le 17 janvier 1923, son président, M. Daniel Berthelot, à une réunion interparlementaire tenue au Palais-Bourbon sous la présidence de M. Edouard Barthe, donna les conclusions de ses travaux : au point de vue technique, on peut recommander comme carburant l'emploi des mélanges d'alcool absolu et d'essence dont la teneur en alcool absolu est comprise entre 40 % et 50 %. Le 28 février 1923, l'article 6 de la loi des finances fut voté. Il dispose que, six mois après sa promulgation, les importateurs d'essences de pétrole et autres, pures ou en mélange, destinées à être consommées en France, devront acquérir de l'Etat, chaque mois, une quantité d'alcool d'industrie correspondant à un pourcentage minimum de 10 % en volume de la quantité d'essence par eux dédouanée dans le mois précédent.

L'établissement de la formule du carburant national par le Comité scientifique et le vote de ce texte législatif marquèrent une évolution très importante de la question de l'alcool dans notre pays.

*
* *

La loi du 6 août 1919, votée par la Chambre des députés et qui institue le monopole pour l'État de l'alcool industriel, fit l'objet du premier rapport de M. Maurice Sarraut, le 19 mai 1921 au nom de la Commission nationale de l'alcool. Un second rapport fut déposé par le même auteur le 16 juin 1922 après la signature de l'accord de Béziers, puis un troisième le 12 décembre 1923 après le vote relatif au carburant national. Le 30 juin 1926, M. Maurice Sarraut dépose un quatrième rapport, qui fit l'objet d'un examen spécial de la commission de finances du Sénat, laquelle présenta un avis par la plume de M. Abel Gardey, où furent confrontés le texte du projet Ribot sur le monopole de la dénaturation du 25 août 1915, le texte de la loi votée par la Chambre des députés le 6 août 1919, deux textes de la commission spéciale de l'alcool du Sénat modifiant ce projet de loi, les textes sur lesquels s'est fait l'accord de la Commission de finances et de la commission spéciale. Enfin, en juin 1930. M. Tournan, sénateur, déposa un rapport au nom de cette dernière. Il résume l'ensemble du travail parlementaire sur la question et expose le détail de l'institution de l'Office national de l'alcool. Nous allons en donner la substance.

La pièce maîtresse du projet de régime définitif de l'alcool en France, tel qu'il apparaît au sortir des travaux de la Chambre des députés et des Commissions du Sénat est l'Office national de l'alcool.

Le but du nouvel organisme à créer est, nous l'avons déjà noté précédemment, d'acquérir la totalité des alcools d'industrie et de l'écouler dans les emplois industriels ou domestiques (1). Ajoutons qu'il aura à connaître des multiples questions relatives à l'établissement d'une politique rationnelle de l'alcool en France. Seul, il dispose des alcools industriels et des eaux-de-vie assimilées à ces alcools, c'est-à-dire (dans une proportion à déterminer par l'Office) des quantités d'eaux-devie de vins, de cidres, de poirés, d'hydromels, de marcs et lies et de fruits frais, produites au cours de chaque campagne par les bouilleurs de profession industriels (1), au-delà de leur production moyenne respective des campagnes 1909-1910 à 1913-1914 augmentée des quantités moyennes livrées à l'exportation directement. Des quantités de rhums et de tafias de colonies françaises seront aussi considérées comme alcools assimilés, mais leurs livraisons en nature seront remplacées par le versement à l'Office de sommes égales à la différence entre le prix d'achat des eaux-de-vie assimilées et le cours moyen des rhums pendant la campagne précédente.

Les prix d'achat des alcools de betteraves seront calculés à la parité des prix du sucre. Les mêmes prix d'achat seront appliqués aux alcools assimilés. Comme ceux-ci pourront être livrés à la consommation de bouche, leur vente permettra la régularisation des cours sur le marché des alcools naturels.

(1) Les alcools méthyliques ou autres susceptibles de remplacer l'alcool ethylique dans un quelconque de ses emplois ne pourront recevoir cette affectation sans avis conforme de l'Office de l'alcool. La fabrication des alcools de synthèse est libre, c'est leur emploi qui est réglementé dans l'état actuel des prix.

(1) Ceux dont les produits n'ont pas droit à l'acquit jaune d'or ou dépassent en totalité ou en partie 60° Gay-Lussac à 15° C, pour le vin et ses dérivés et ceux (pour les pommes, poires et dérivés), qui produisent au minimum 100 hectolitres d'alcool pur par campagne.

Ce système de prélèvements d'alcools assimilés sera certainement examiné de très près par les corporations et régions intéressées. Il faut noter, par exemple, que la production d'alcool de pommes étant insignifiante avant la guerre, c'est sur cette catégorie d'alcools que pèserait le plus lourdement ces prélèvements, s'ils restaient organisés comme ci-dessus. Il serait évidemment souhaitable d'arriver à l'égalité absolue de traitement des alcools naturels à ce point de vue : le système à établir n'ayant en somme pour but que d'éviter les fâcheuses conséquences de la surproduction et de protéger notre arboriculture fruitière.

L'organisation du marché des alcools naturels et la régularisation des cours par l'Office seront facilitées encore par la possibilité qu'il aura de procéder à des achats d'eaux-de-vie naturelles dans les années de récolte surabondante de vins ou de fruits et qui seront utilisées en cas de récolte déficitaire. Le marché sera ainsi dégagé dans les périodes d'encombrement et dans le cas de crise de mévente dans les cultures fruitières, une action efficace pourra être exercée. Enfin, en cas d'insuffisance d'eaux-de-vie naturelles, l'Office pourra toujours livrer de l'alcool industriel pour la consommation de bouche.

L'Office pourra donc, par l'application du principe de la séparation des alcools dits d'industrie des alcools dits naturels, supprimer la concurrence des premiers envers les seconds laissant à ceux-ci la possibilité de jouer un rôle régulateur normal en faveur des cultures fruitières, qui sont un des premiers éléments de notre agriculture. Il pourra, d'autre part, par l'application des règles d'achats et de prélèvements des alcools naturels, stabiliser et leur production et leurs marchés qui, par ailleurs, ne pourra jamais craindre de ne pas être alimenté normalement.

Quelle sera la constitution de l'Office national de l'alcool ? Pour l'établir, la Commission spéciale de l'alcool au Sénat s'est attachée à concilier, autant que faire se peut, les diverses tendances qui se manifestèrent à ce sujet dans les milieux parlementaires et corporatifs.

L'Office jouira de la personnalité civile et de l'autonomie financière et sa fonction sera contrôlée par une Commission administrative permanente de sept membres dont l'intervention pourra s'étendre à toutes ses opérations, financières ou autres.

Il sera placé sous la haute autorité du ministre des Finances et administré par un directeur et un Conseil d'administration qui sera composé de trente membres, dont :

Un membre de l'Académie des Sciences élu par ses collègues :

Un membre de l'Académie d'Agriculture, élu par ses collègues ;

Cinq nommés par décret sur la proposition du ministre des Finances ;

Deux nommés par décret sur la proposition du ministre de l'Agriculture ;

Deux nommés par décret sur la proposition du ministre du Commerce, dont le directeur de l'Office national des combustibles liquides ;

Un nommé par décret sur la proposition du ministre de la Guerre ;

Un élu par les agents de l'Office ;

Deux par le ou les Syndicats des distillateurs industriels;

Un par le ou les Syndicats d'agriculteurs distillant pour l'Office, individuellement ou en association coopérative, des produits de leurs exploitations ;

Un par le ou les Syndicats de distillateurs d'alcool naturel et d'importateurs de rhums et tafias coloniaux ;

Un par le ou les Syndicats de fabricants de sucre ;

Un par le ou les Syndicats des fabricants de moteurs à explosion ;

Un par les Syndicats des industriels des produits chimiques et pharmaceutiques et des couleurs et vernis ;

Un par le ou les Syndicats des fabricants de parfumerie ;

Un par le ou les Syndicats des dénaturateurs d'alcool ;

Un par les Syndicats du commerce des spiritueux de toute nature, des vins de liqueurs et produits assimilés ;

Un par le ou les Syndicats des fabricants de vinaigre ;

Un par la ou les unions des Syndicats viticoles de France et d'Algérie ;

Un par la ou les unions des Syndicats de la cidriculture ;

Un par la ou les unions des Syndicats des planteurs de betteraves ;

Un par le ou les Syndicats d'importateurs d'essence de pétrole.

A défaut de Syndicats professionnels, les membres élus seront désignés par les associations les plus représentatives de la corporation.

Sur la proposition du Conseil d'administration, le nombre de ses membres pourra être augmenté, par décret pris sur la proposition du ministre des Finances, en vue de comprendre éventuellement un ou plusieurs représentants élus par les producteurs de nouvelles sources d'alcool d'industrie, sans que le nombre de ces membres supplémentaires puisse être supérieur à trois.

Un nombre égal de membres suppléants du Conseil sera élu dans les mêmes formes et conditions.

Le Conseil d'administration délibérera sur toutes les questions concernant la gestion de l'Office. Ses délibérations seront soumises au

ministre des Finances qui devra, dans le délai de vingt jours,, à compter de la transmission du procès-verbal, leur donner force exécutoire par son approbation ou les annuler. Seront considérés comme exécutoires les délibérations pour lesquelles aucune décision d'annulation n'aura été motivée dans le délai susvisé.

En cas d'annulation, le ministre des Finances, après avis des ministres du Commerce, de l'Agriculture et de la Guerre, statuera dans le délai de dix jours, sur toutes les questions qui avaient fait l'objet de la délibération annulée.

Pour la fixation des prix d'achat et de vente, la date de la délibération devra être agréée par le ministre des Finances. Les prix lui seront soumis aussitôt adoptés par le Conseil et le ministre prendra le jour même la décision d'approbation ou d'annulation. Dans ce dernier cas, il devra demander une nouvelle délibération au Conseil d'administration.

Le ministre des Finances règlera les différends qui s'élèveront entre le directeur et le Conseil d'administration.

Le Conseil d'administration sera obligatoirement consulté sur les projets de dispositions législatives ou réglementaires susceptibles d'exercer une répercussion sur la production, l'utilisation ou la vente de l'alcool industriel. Dans l'intervalle des sessions du Conseil, la Commission permanente aura qualité pour exprimer l'avis de l'Office.

***

L'Office acquerra obligatoirement et paiera au fur et à mesure de la livraison, et sous la seule réserve qu'ils répondent aux types et conditions déterminés par le Conseil d'administration :

1° Tous les alcools produits en France par distillation de betteraves indigènes ou de mélasses provenant de betteraves indigènes ;

2° Les eaux-de-vie assimilées des établissements qui ont à lui livrer au cours de la campagne au moins 200 hectolitres d'alcool pur.

Lorsqu'il sera reconnu que la production des alcools industriels sera insuffisante, l'Office pourra acquérir des alcools à provenir de toute autre source.

Chaque année, au mois de janvier au plus tard, le Conseil d'administration déterminera les conditions dans lesquelles seront fixés les prix d'achat des alcools d'industrie à livrer au cours de la campagne commençant le 1er octobre suivant.

Les prix des alcools de betterave seront calculés à la parité du prix du sucre.

Les mêmes prix seront appliqués aux eaux-de-vie assimilées rapportées au même degré à partir du 1er octobre pour toute la campagne.

Les prix des alcools de mélasse ne pourront être inférieurs de plus de 25 % aux prix des alcools de betterave.

Une majoration de 3 francs par hectolitre d'alcool pur sera attribuée aux alcools provenant des distilleries dites agricoles, annexées à des fermes et mettant en œuvre principalement les betteraves du domaine. Aucune distillation de grains ou substances farineuses panifiables ne pourra, à peine de confiscation de l'alcool produit, être effectuée en France ou en Algérie, si ce n'est en vue de la production de genièvres définis par l'article 15 de la loi du 30 mars 1902, et jusqu'à concurrence de la moyenne des quantités produites annuellement par chaque établissement pendant la période 1910 à 1913, et en vue de la production de la levure.

Toutefois, un décret rendu après avis du Conseil d'administration sur la proposition du ministre de l'Agriculture, contresigné par le ministre des Finances, pourra lever, le cas échéant, l'interdiction prévue au paragraphe précédent.

Les prix de vente des alcools par l'Office seront fixés, en principe, une fois par an, au mois de septembre pour les fabricants de vinaigre, et au mois de janvier pour les autres utilisateurs.

L'alcool d'industrie que l'Office est autorisé à livrer pour la consommation de bouche en cas de pénurie d'eaux-de-vie naturelles, ne pourra être cédé qu'aux prix de vente moyen des alcools de vin pendant les six premiers mois de la campagne, majoré de 50 francs par hectolitre. Cette disposition, qui se justifie d'elle-même, a pour objet d'éviter que la vente d'alcool d'industrie dans les conditions précitées entraîne un effondrement du cours des eaux-de-vie naturelles.

En principe, et c'est là une nécessité absolue pour que l'Office puisse réaliser son équilibre financier, il ne devra pas vendre les alcools qu'il aura achetés au-dessous de leur prix de revient. Toutefois, il devra pouvoir déroger à cette règle en faveur de certaines industries consommatrices dont le développement et la prospérité sont particulièrement souhaitables : chauffage et éclairage, force motrice, exportation et fabrication chimiques utilisant de l'alcool exonéré d'impôt. Cette dérogation ne fait d'ailleurs que consacrer un état de fait qui existe depuis plusieurs années.

***

Tel est l'essentiel du projet de loi (1) instituant un Office national de l'alcool en France et qui est l'aboutissement d'une longue série de travaux scientifiques, techniques et économi-

(1) Des sanctions seront prévues pour toutes les infractions aux prescriptions de cette loi.

ques. Dans sa forme actuelle, le problème de la production et de l'utilisation de l'alcool y a été examiné sous ses multiples formes et la solution qu'on lui a trouvée et dont l'adoption est proposée au Parlement, consiste en une sorte de système de protection des différents producteurs par, en quelque sorte, une rationalisation de leur concurrence obtenue par le partage équitable de l'ensemble des consommateurs, eux-mêmes, protégés contre l'exagération des prix et les trop grandes variations quantitatives des transactions. L'Office national de l'alcool permettra une intervention très étudiée de la collectivité nationale sur un grand marché économique sous la forme active et souple d'une triple collaboration de représentants de l'Etat et de ceux des groupements autorisés de la consommation et de la production.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Janvier 1931). — *Algèbre.* Complétant les résultats de sa Note précédente, M. *J. Herbrand* démontre un théorème d'équivalence relatif aux représentations d'un corps algébrique galoisien.

Géométrie de situation. Précédemment, M. Brouwer a donné un exemple d'une surface fermée de l'espace E_3, à connexion simple et à points accessibles dans les deux régions, et qui d'après lui n'est pas une surface de Jordan. En s'appuyant sur la notion d'accessibilité simple qu'il a introduite antérieurement, M. *J. Rey Pastor* a obtenu une condition nécessaire et suffisante pour qu'une variété V_{n-1} de E_n soit de Jordan; il résulte de ce théorème que la surface envisagée par M. Brouwer serait bien de Jordan, résultat auquel l'Auteur arrive par une autre voie. Mais il montre par un autre exemple que le fait général annoncé par M. Brouwer n'en est pas moins exact.

Théorie des fonctions. 1. MM. *H. F. Bohnenblust* et *E. Hille* forment des séries de Dirichlet dont l'abscisse σ_u de convergence uniforme et l'ascisse σ_a de convergence absolue sont liées par la relation $\sigma_a - \sigma_u = \frac{m-1}{2m}$ où m est un entier quelconque : ceci montre que la limite inférieure 1:2, indiquée par M. Bohr pour cette différence ne peut pas être abaissée.

2. M. *L. Tchakaloff* donne la solution du problème suivant : Soit E_n l'ensemble des polynomes réels en x de degré $\leqslant m$; déterminer le plus petit intervalle $(a+\delta, b-\delta)$ concentrique à (a, b) donné et tel que pour tout polynome de E_n il y ait dans $(a+\delta, b-\delta)$ un nombre ξ satisfaisant à $f(b)-f(a)=(b-a)\,f'(\xi)$.

3. M. *J. Dieudonné* indique différentes propositions simples qui permettent d'évaluer ou de comparer entre eux les rayons des plus grands cercles du centre O où des polynômes sont univalents.

4. Une fonctionnelle linéaire et continue U (f) peut être représentée dans certains cas par la formule $U = \int f dh$; suivant le champ auquel appartient f le signe d'intégration peut avoir des significations diverses; M. *O. Nikodym* recherche la source commune de tous les résultats obtenus jusqu'ici dans ces différents cas.

5. M. *Raphaël Salem* indique des conditions nécessaires et suffisantes pour que des coefficients arbitrairement donnés a_n et b_n (mais tels que la série $\Sigma\left(a_n^2 + b_n^2\right)$ soit divergente) soient les coefficients de Fourier d'une fonction sommable.

Analyse 1. Dans ses recherches sur les systèmes différentiels linéaires à coefficients rationnels, M. *J. A. Lappo-Danilevski* avait montré que la solution générale est le produit d'une certaine matrice (dont la forme analytique en un point singulier a_j est connue) par la matrice intégrale d'un système ne présentant que la seule singularité a_j Dans sa Note actuelle, il montre que les coefficients du dernier système admettent une représentation valable dans tout leur domaine d'existence.

2. Précédemment, M. *N. Mouskhelichvili* avait employé la méthode des intégrales de Cauchy pour résoudre le problème biharmonique relatif à certains domaines plans particuliers; l'Auteur montre actuellement que la même méthode permet de ramener le cas général à la résolution d'une équation de Fredholm, de forme très simple. Dans une seconde Note, il établit par cette voie les théorèmes fondamentaux d'existence des problèmes de l'élasticité à deux dimensions et il obtient pour le problème extérieur une infinité de solutions nouvelles qui croissent moins vite que celles de M. Lauricella.

3. Continuant ses belles recherches sur la représentation conforme des aires multiplement conformes, M. *Ch. de la Vallée-Poussin* établit un théorème d'unicité (à une similitude près) pour des aires représentables, dans certaines conditions, sur une aire limitée par des cassiniennes. Il en déduit certaines conséquences de symétrie ou d'équipériodicité relatives aux aires qui admettent une représentation conforme sur elles-mêmes.

4. Mlle *Marie Charpentier* poursuit l'étude des points de Peano d'une équation $y'=f(x, y)$; et elle établit, notamment, la conséquence suivante : sur une courbe $y=\varphi(x)$ qui ne contient aucun arc d'intégrale, l'ensemble des intégrales issues d'un point de Peano est ponctuellement discontinu.

5. Une formule classique de M. Villat permet à M. *Basile Demtchenko* de déterminer une fonction holomorphe à l'intérieur d'un anneau connaissant la suite des valeurs de sa partie réelle sur certains arcs de contour et celle des valeurs de sa partie imaginaire sur les arcs complémentaires. Les premiers arcs peuvent constituer, notamment, la totalité de l'une des frontières de l'anneau.

6. En corrélation avec les travaux de MM. Kellog, Vasilesco, Bouligand, M. *Marcel Brelot* établit différents résultats sur la structure des ensembles de capacité nulle; il démontre, notamment, par différentes méthodes que l'extérieur d'un tel ensemble et connexe et que ses sections sphériques sont de mesure nulle.

Géométrie. M. *George D. Birkhoff* remarque que, si une transformation continue, biunivoque et directe d'une aire plane en elle-même conserve les aires et ne fait tourner autour d'un point O aucun des points d'une courbe fermée entourant O (et coupée une seule fois par les rayons issus de O), la transformation possède au moins deux points invariants sur la courbe. Or, ce théorème s'étend à l'espace E_{2m} ce qui permet à l'auteur d'en déduire une importante conséquence : moyennant certaines conditions simples, il existe un nombre infini de mouvements périodiques appartenant au voisinage immédiat d'un mouvement périodique stable.

Géométrie différentielle. M. *Paul Mentré* a étudié les complexes G engendrés par une congruence linéaire non spéciale subissant un déplacement projectif à un paramètre; il montre actuellement qu'à tout complexe G on peut associer par réciprocité un complexe analogue, et il étudie les propriétés mutuelles de ces complexes. Les notations du calcul extérieur de M. Cartan facilitent la démonstration de ces propriétés.

Géométrie des masses. M. *David Wolkowitsch* a établi par une voie géométrique toute une suite d'élégantes propriétés concernant les ellipses d'inertie d'un système plan.

Théorie des vecteurs. 1. Si en chaque point x d'une surface, on peut définir un vecteur $\mathfrak{X}$ tel que les plans tangents aux surfaces x et $x+\mathfrak{X}$ soient parallèles; M. *A. Norden* dit que la surface x est complète par rapport à un C système; l'Auteur développe une théorie de ces surfaces et montre qu'elle comprend la théorie classique et la géométrie affine de M. Blaschke.

2. M. *Rachevsky* étudie la construction des congruences rectilignes dans un espace E_{n+1}.

3. M. *G. Gourewitch* obtient sous une forme simple les conditions de divisiblité d'un tri- ou d'un quadrivecteur par un vecteur simple.

Hydrodynamique. M. *Georges Bouligand* étudie la formation de cavitations au sein d'un liquide. Dans des conditions bien déterminées cette formation est impossible. La démonstration fait apparaître l'importance en hydrodynamique des notions d'ensemble impropre et de flux généralisé qu'il avait déjà introduites dans la théorie du potentiel au point de vue purement analytique.

Mécanique des fluides. 1. L'étude des mouvements limites, à viscosité infiniment petite, selon la méthode d'Oseen, nécessite un passage à la limite assez délicat. M. *Joseph Pérès* simplifie beaucoup l'analyse du problème en montrant que, même dans le cas de trois dimensions, les conditions caractéristiques de la méthode d'Oseen résultent simplement des équations différentielles initiales dans lesquelles on annule, dès le début, le coefficient de viscosité.

2. M. *Alayrac* avait remarqué qu'on peut rattacher à certaines congruences les fonctions potentielles et les lignes de courant des mouvements au sein d'un fluide. Il complète ses résultats antérieurs et montre que par cette voie on peut obtenir un écoulement dépourvu de singularité et dont la vitesse à l'infini est parallèle à une direction donnée.

Physique mathématique 1. M. *Jean Ullmo* a introduit la notion de probabilité en mécanique ondulatoire; ceci lui permet d'expliquer la notion de nombres bien ordonnés employée primitivement par Dirac, ainsi que le privilège des coordonnées cartésiennes dans la théorie quantique. De plus, les résultats de cet Auteur ruinent la non-commutativité de la position et de la quantité de mouvement conjugué des électrons.

2. M. *Gr. C. Moisil* montre que la théorie classique des champs d'ondes est identique à l'optique géométrique d'un certain espace fonctionnel; cet espace est celui des fonctions $\varphi(x, y, z)$ deux fois dérivables.

Calcul des probabilités. M. *A. Guldberg* établit les critères nécessaires et suffisants pour qu'une série statistique donnée puisse être représentée approximativement par une fonction de fréquence et il montre l'avantage qu'on peut tirer de l'équation aux différences finies de la fonction de fréquence.

René Garnier.

T.S.F.

Les ondes courtes en T. S. F. — Dans une communication faite à la Société des Ingénieurs Civils de France (séance du 12 décembre 1930), le général Ferrié a donné d'intéressants renseignements sur les ondes courtes utilisées pour les transmissions radio-électriques.

Au début de l'emploi des ondes hertziennes pour les radio-communications, on a accru progressivement la longueur des ondes utilisées afin d'augmenter la puissance mise en jeu et aussi afin d'obtenir des effets de diffraction plus intenses susceptibles, croyait-on, d'accroître la portée des ondes et de leur permettre de franchir les obstacles rencontrés sur leur route. Malheureusement, les grandes portées ne sont atteintes, avec des ondes longues, que par la mise en jeu de puissances considérables. Les essais effectués sur ondes courtes, principalement par les amateurs, depuis la découverte des lampes à trois électrodes, qui permettent d'obtenir aisément ces ondes, ayant établi qu'on pouvait obtenir des portées très considérables avec des puissances réduites, les ondes courtes entrèrent très rapidement dans la pratique des radio-communications.

Si les avantages des ondes courtes, en ce qui concerne l'économie de puissance nécessaire, ne sont pas douteux, la pratique des radiocommunications a montré que les ondes courtes de quelques centaines de mètres, le plus souvent utilisées, présentent une sensibilité fâcheuse à l'action des divers facteurs météorologiques, qu'elles variaient avec l'heure de la journée, qu'elles se modifient d'un jour à l'autre, et qu'elles dépendent de la saison. Comme ces anomalies sont liées à la longueur d'onde, il a été nécessaire de disposer, dans chaque station, de plusieurs longueurs d'onde, utilisées l'une ou l'autre suivant les anomalies de la propagation au moment de la radio-communication. Pour en atténuer les effets, on a également mis en œuvre des réflecteurs spéciaux, comme ceux de Mesny-Chireix, destinés à concentrer les ondes dans une direction déterminée.

On s'est efforcé de produire des ondes de plus en plus courtes, dans l'espoir que certaines d'entre elles pourraient peut être échapper aux anomalies de propagation qui troublent si fréquemment les communications. Cependant, dans cette voie, les résultats n'ont pas répondu aux espoirs qu'on avait pu fonder. Les ondes les plus courtes qui permettent d'obtenir de longues portées à travers l'atmosphère sont de 12 m. environ. Au-dessous de cette longueur, les portées des ondes sont très faibles et leurs applications très limitées. On a pu cependant les employer pour établir des communications entre Nice et la Corse, par exemple, (ondes de 3 à 6 m.) et pour divers usages militaires.

Au-dessous de 1 m. de longueur d'onde, on ne peut plus mettre en jeu que des puisances très réduites, et cela avec un procédé différant totalement de celui qui

permet d'engendrer toutes les autres longueurs d'onde bien qu'on utilise encore des lampes à trois électrodes. On a pu établir des communications jusqu'à 30 km. environ avec des ondes de 17 cm.

« Là, conclut le général Ferrié, est pour le moment la limite extrême des ondes utilisables. Il a cependant été possible, par divers procédés de laboratoire, d'engendrer et de détecter des ondes plus courtes jusqu'à 1/5° de millimètre, mais l'énergie mise en jeu était infiniment petite. Peut être trouvera-t-on des possibilités nouvelles de toute espèce quand on aura découvert un procédé permettant d'engendrer, avec une grande puissance, des ondes de l'ordre du centimètre et au millimètre ».

A. Bc.

Chimie physique

Variété active du soufre. — M. Nordlander (*The Journal of physical Chemistry*, septembre 1930) a constaté qu'aussitôt après solidification, la surface d'un bain de soufre liquide est très sensible à la vapeur de mercure, ce qui se traduit par la formation rapide de sulfure noir de mercure. Un jour après environ, la surface a perdu toute sensibilité : même exposée à l'action de la vapeur de mercure à pression relativement élevée et à haute température, elle ne présente plus aucun noircissement. Ceci indique qu'il s'est formé, après congélation du soufre fondu, une variété active de cet élément, qui est instable et se détruit peu à peu.

On sait que le soufre ordinaire, ou soufre orthorhombique, est stable jusqu'à 95° C. A cette température, il se transforme en soufre clinorhombique qui est stable dans le domaine de températures compris entre 95° C et le point de fusion (114°5 C). A l'état fondu, le soufre se présente sous la forme d'un liquide jaune clair qui, sous l'action d'un chauffage ultérieur, se transforme en une variété brune et visqueuse présentant un maximum de viscosité vers 160-170° C. Au-dessus de cette température, la masse fondue devient de plus en plus fluide et bout à 444°5 C.

Les recherches classiques de Smith et de ses collaborateurs ont établi qu'il existe dans le soufre fondu, deux variétés de ce corps, Sλ et Sμ. La première, soluble dans le sulfure de carbone, donne, par refroidissement, les deux formes cristallines du soufre ; la seconde est amorphe, insoluble dans le sulfure de carbone et, par congélation rapide, retient la variété amorphe qui cependant, à la température ambiante, se transforme progressivement en la variété Sλ surtout en présence d'un cristal de soufre.

Plus récemment, divers essais ont montré qu'il existe encore une autre variété de soufre présente dans le liquide qui est en équilibre avec les variétés Sλ et Sμ.

Les études faites par M. Nordlander de la réactivité de ces diverses modifications allotropiques vis-à-vis de la vapeur de mercure révèlent que seule, la variété amorphe Sμ est susceptible de réagir. La variété cristallisée, lorsqu'elle est complètement débarrassée de toute trace de la variété Sμ, est totalement inactive vis-à-vis de la vapeur de mercure jusqu'à des températures voisines du point de fusion. La perte de réactivité du soufre considéré est due à la transformation du soufre amorphe actif en soufre cristallisé inerte.

D'après l'auteur, cette nouvelle variété de soufre actif interviendrait dans le mécanisme des autres réactions du soufre accomplies à températures élevées et notamment dans la vulcanisation du caoutchouc. A. Bc.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

Chalutiers de grande pêche à moteur Diesel. — Si l'emploi du moteur à combustion interne commence à se répandre d'une façon continue dans la pêche au chalut, la machine à vapeur conserve cependant encore dans ce domaine une position prépondérante, grâce à ses avantages incontestables de souplesse de fonctionnement et de facilité de manœuvre, aussi bien qu'en raison de la modicité des frais d'entretien et de réparations. La vapeur apporte même, ce qui est tout-à-fait capital en la circonstance, la solution la plus favorable et la plus pratique pour la manœuvre mécanique du treuil de chalut.

Mais, s'il peut en être ainsi dans les conditions usuelles de la pêche au poisson frais, telle qu'elle se pratique au voisinage plus ou moins immédiat des côtes, le Diesel est par contre seul capable d'assurer certains avantages, dont l'importance essentielle ressort dès qu'il s'agit de la grande pêche s'exerçant par campagnes lointaines, notamment à Terre-Neuve, au Gröenland ou au Spitzberg.

Le moteur Diesel, en supprimant la chaudière, laisse un espace disponible sensiblement supérieur et, surtout grâce à la réduction considérable du poids de combustible consommé à égalité de puissance, assure un rayon d'action qui ne peut être comparé à celui d'un bâtiment à vapeur d'importance analogue. Alors que, le chalutier à vapeur, au cours d'une campagne à Terre-Neuve, est contraint de se refournir en charbon, à un prix relativement élevé, son concurrent à moteur peut embarquer, à poids égal, une quantité de combustible liquide suffisante pour suffire à toute la campagne, aller et retour, et même au-delà.

Il est particulièrement intéressant d'enregistrer le perfectionnement graduel de notre matériel de grand pêche, si indispensable d'ailleurs pour assurer la position de notre industrie dans une concurrence parfois rude. C'est ainsi que la Société *La Morue française* a mis récemment en service quatre grands chalutiers d'un type très perfectionné, qui ont été construits aux Chantiers Fox, de Falmouth.

Le *Bureau Veritas*, qui a exercé sa surveillance spéciale sur l'exécution de la construction, a consacré à ces bâtiments une étude détaillée, dans son *Bulletin technique* de mai dernier.

Les quatre chalutiers, dont le premier a reçu le nom de *Saint-Martin-Legasse*, mesurent 65 mètres de longueur sur 10,50 de largeur, pour un creux de 5 m. 86. Le déplacement en charge atteint 2 320 tonnes.

La coque est divisée en cinq cales, dont la capacité totale est de 1 120 mètres cubes. Les cales à poisson occupent les régions milieu et avant du navire ; elles sont isolées de la soute à mazout, à l'arrière, par un compartiment étanche vide, de façon à écarter tout danger de contamination ; pour la même raison, aucune des cellules du double-fond situées en dessous de ces cales, ne contient de pétrole.

Les caisses à huile de foie de morue, d'une capacité totale de 24 tonnes ; sont disposées dans l'entrepont. La portée en lourd de poisson salé est de 1 100 tonnes.

Le moteur principal est un *Polar* à deux temps et simple effet, à injection sans air comprimé. Il comporte 7 cylindres, de 340 m/m d'alésage et 570 de course. Ce moteur développe normalement 700 CV à 210 tours, assurant une vitesse de route de 10 nœuds ½.

La soute à mazout, située entre le compartiment du moteur et les cales à poisson, a une capacité de 394 tonnes. La consommation journalière ne dépassant pas 3 tonnes à pleine marche et se réduisant à 1 ou 1 tonne 1/2 lorsque le navire opère à vitesse réduite, cet approvisionnement est suffisant pour permettre d'effectuer, sans ravitaillement, deux campagnes consécutives à Terre-Neuve.

Ainsi que je l'indiquais en commençant, la difficulté principale dans l'établissement d'un chalutier Diesel, consiste à assurer une manœuvre simple et pratique du treuil de chalut. Une première solution consiste à utiliser à cet effet le moteur de propulsion lui-même, en interposant entre le moteur et le treuil un système approprié de dispositifs élastiques : courroies, embrayages à frottement, changements de vitesse. Une autre solution très pratique, mais qui accroît l'encombrement de la machinerie, consiste à installer une petite chaudière auxiliaire, destinée à fournir la vapeur au treuil.

Sur les quatre moteurs décrits, on a recouru à la solution électrique, qui a donné par ailleurs d'excellents résultats sur les cargos à moteur. L'installation électrique est, dans son ensemble, relativement importante : elle comporte, pour le chalut, deux génératrices de 75 kilowatts, actionnées par deux moteurs *Atlas* de 110 CV, à 2 cylindres. Trois dynamos sont destinées à fournir la lumière, l'éclairage comprenant encore cinq projecteurs. Une dynamo auxiliaire de 15 kw complète l'installation.

Le treuil de chalut est actionné par un moteur de 70 CV, tournant à 550 tours, sous 220 volts et 260 ampères; ce treuil peut enrouler 40 mètres de câble à la minute et exercer un effort de traction de 4 tonnes et demie.

La conduite électrique est appliquée encore à l'appareil à gouverner, ainsi qu'aux diverses pompes d'épuisement, d'incendie, à eau douce et à pétrole.

Une petite chaudière, de très faible encombrement, timbrée à 5 kg. 2, assure le réchauffage du combustible, ainsi que le chauffage des locaux d'habitation.

L'aménagement de ces derniers a été tout particulièrement soigné, en vue de rendre le séjour en campagne le plus confortable possible. Les logements des officiers, avec l'infirmerie, sont disposés dans le château, au milieu du navire. L'équipage, de 24 hommes, est logé dans deux postes à l'avant, avec salle-à-manger et lavabos. Sur la dunette, à l'arrière, se trouve un logement pour un certain nombre d'ouvriers, embarqués pour le traitement du poisson.

Il est évidemment regrettable que des circonstances défavorables ne permettent pas à l'armement français de confier tous les travaux de ce genre à nos chantiers, cependant en grande partie inoccupés. Je signalerai, en terminant, que le plus grand chalutier français à Diesel, l'*Heureux*, qui mesure 68 mètres et dont le moteur développe 800 CV, a été lancé cette année par les *Chantiers navals de Caen*, pour la *Société des Pêcheries industrielles* de Saint-Malo.

LOUIS BASSO.

Horlogerie

Poinçon de Besançon pour montres de qualité. — L'Ecole nationale d'Horlogerie et l'Observatoire chronométrique national de Besançon viennent de créer en collaboration, sous le haut patronage de la Chambre de Commerce de Besançon et du Doubs, et de l'Union Horlogère de France, le service du Poinçon de Besançon pour montres de qualité.

Le but poursuivi est double :

1° Donner au public le moyen d'acheter des montres qui présentent, grâce à l'entremise des organismes qualifiés et indépendants dont il vient d'être fait mention, des garanties incontestables :

Soit de bienfacture (inculpation du poinçon sur le mouvement par le service de contrôle institué à l'Ecole d'Horlogerie de Besançon).

Soit de bienfacture et de bonne marche par la délivrance complémentaire par l'Observatoire national de Besançon, d'un certificat de contrôle des épreuves de réglage.

2° Prouver que si les chronomètres qui ont obtenu un Bulletin officiel de l'Observatoire national de Besançon sont à l'égal des chronomètres étrangers (ce fut une pièce française qui arriva en tête des pièces isolées au Concours international de chronométrie de Neuchâtel en 1925), les bonnes montres livrées en France sont à l'égal des bonnes montres achetées à l'étranger.

Le Poinçon de Besançon peut être apposé sur toutes les montres présentées par des fabricants établis en France et dont les mouvements ont été reconnus par un contrôle rigoureux, répondre à des conditions de fabrication et de réglage fixées par un règlement technique.

Ce règlement a été élaboré par une Commission composée des trois directeurs de l'Observatoire chronométrique, de l'Institut de Chronométrie et de l'Ecole d'Horlogerie de Besançon, et des représentants les plus qualifiés de notre industrie horlogère, désignés par leurs collègues. Il a défini les conditions techniques essentielles auxquelles doit satisfaire une montre pour avoir droit à la marque officielle de qualité.

Sont poinçonnés les mouvements de montres établis conformément au règlement. Des modèles-types de mouvements sont dans les mains du contrôleur et fixent la limite de bienfacture exigée.

Voici d'ailleurs les principales conditions techniques imposées par le règlement :

Est admis au contrôle tout système de balancier-spiral susceptible de compenser dans la limite les exigences du certificat d'épreuves, et reconnu d'une facture suffisante.

Toute pièce doit être pourvue de pierres en rubis ou saphir avec trous olivés et polis, au rouage et à l'échappement. Les contrepivots doivent être en rubis ou saphir et sertis.

Le spiral doit être fixé par une plaque à coulisse avec tenon à tête et col ronds, ou autres modèles admis par la Commission du Poinçon. La raquetterie doit être d'une qualité correspondante aux modèles déposés au service du contrôle.

Les roues de finissage doivent être anglées dessus et ébavées, les tiges, les faces et les rivures polies. Le procédé de roues chassées sur gouttes peut être également admis par la Commission.

La roue d'ancre doit être légère; son épaisseur ne dépassant pas 0 mm. 16 pour les grandes pièces et 0 mm. 13 pour celles en dessous de 18 mm. Ses repos doivent être polis et de préférence arrondis.

La limitation de l'angle parcouru par l'ancre doit se faire contre deux butées formées par la platine même; l'emploi de goupilles ou plots ne sera admis que dans des conditions fixées par la Commission. Le pont de roue d'échappement doit, autant que possible, être indépendant. Le pont de centre doit avoir un bras de soutien maintenu par une vis et un pied.

Le rochet peut être fixé par une seule vis; il doit être terminé, ainsi que la roue de couronne, conformément aux modèles déposés.

Les barillets doivent avoir un arrêtage, si le ressort

n'est pas muni d'un des dispositifs admis. L'arrêtage n'est pas exigé pour les grandes pièces dont l'épaisseur totale est au-dessous de 3 mm. 8, ni pour les pièces normales d'un diamètre au-dessous de 18 mm.

M. D.
BESANÇON
Poinçon de Besançon
Marque déposée

CHAMBRE DE COMMERCE
DE BESANCON ET DU DOUBS
CHAMBRES SYNDICALES
DES FABRICANTS D'HORLOGERIE DE L'EST ADHERENTES A
L'UNION HORLOGÈRE DE FRANCE

Contrôle facultatif des montres de qualité portant le
POINÇON DE BESANÇON

CERTIFICAT DE RÉGLAGE
délivré par
l'OBSERVATOIRE NATIONAL de BESANÇON

à M ..... pour la montre .....
n° 42928 ... (numéro du mouvement) qui répond aux conditions techniques du **Poinçon de Besançon** et aux conditions de réglage exigées pour le présent Certificat.

CERTIFICAT DE RÉGLAGE
N° .....
Marche diurne ..... + 0'4
Ecart du plat au pendu .. + 3'3
Erreur de compensation .. - 0'16
Ecart de reprise de marche . - 1'0

FAIT A BESANÇON
Le 27 octobre 1930
Certifié exact :
Le Directeur de l'Observatoire National de Besançon.
R. Baillaud

Ce Certificat ne doit en aucune façon être confondu avec les Bulletins de 1re et de 2e classe de l'Observatoire National de Besançon, qui sont réservés aux chronomètres de haute précision

Voir au verso un extrait du Règlement des épreuves

Reproduction d'un certificat délivré par l'Observatoire de Besançon à une montre reconnue *de qualité* par le service du Poinçon de Besançon. Il ne s'agit nullement ici d'un résultat exceptionnel, mais d'un résultat pris au hasard dans le registre de l'Observatoire. Le poinçon apposé sur la montre est celui qui figure en tête du certificat ci-dessus.

Le poinçon est apposé sur la platine et sur l'un des ponts.

Ces montres peuvent aussi subir des épreuves spéciales de réglage à l'Observatoire de Besançon, et recevoir un *certificat de réglage*.

Le certificat est délivré en cas de succès après six jours d'épreuves dans des conditions variées de position et de température :

1 jour position verticale à 15°.
1 jour position horizontale cadran en haut à 0°.
1 jour position horizontale cadran en haut à 15°.
1 jour position horizontale cadran en haut à 30°.
1 jour position horizontale cadran en bas à 15°.
1 jour position verticale (reprise de marche à 15°).

Les limites de marche exigées sont les suivantes, pour les montres au-dessus de 30 mm. de diamètre :

Marche moyenne diurne : ± 8 secondes.

Ecart du plat au pendu (différence de marche entre la position verticale à 15° et la position horizontale cadran en haut à 15° : ± 8 secondes.

Erreur de compensation par degré centigrade (variation de marche correspondante à une variation de température de 1° centigrade) : 0 sec. 5.

Ecart entre les deux plats (différence de marche entre les 2 positions horizontales cadran en haut et cadran en bas à 15°) : ± 10 secondes.

Ecart de reprise de marche (différence de marche entre le premier et le 6e jour) : ± 5 secondes.

Ce sont là des limites au-delà desquelles le certificat est refusé; mais, en moyenne, les montres déposées au Service du Poinçon et munies de ce certificat répondent à des conditions de marche bien meilleures, et s'il arrive que pour l'une de ces conditions les résultats observés soient voisins de la limite exigée, il n'en est généralement pas de même pour les autres conditions, et l'on peut dire que dans tous les cas, le *certificat* du Poinçon est une garantie de premier ordre d'excellent réglage.

Naturellement, il ne doit pas être confondu avec les Bulletins de marche de 1re et de 2e classe que l'Observatoire délivre aux chronomètres de haute précision qui ont subi avec succès pendant 45 jours des épreuves extrêmement sévères.

Certes, en cherchant à encourager en France la production des montres de qualité, les promoteurs du Poinçon de Besançon espèrent donner simultanément une impulsion à celle des chronomètres de précision susceptibles d'être primés aux concours de l'Observatoire. Mais, quand même si ce résultat est atteint, il ne serait à leur avis qu'accessoire.

Le but, ainsi qu'il a été dit, est simplement de garantir la parfaite exécution mécanique et le réglage tout à fait satisfaisant des montres poinçonnées et par là d'encourager la belle fabrication horlogère française.

L'innovation pour l'horlogerie française réside en ce fait que le règlement du Poinçon de Besançon exige non seulement des conditions de marche résultant d'un excellent réglage, mais aussi des conditions de bienfacture résultant de l'application industrielle des principes théoriques de l'horlogerie.

Ce résultat a pu être obtenu par la collaboration de ces organismes *absolument indépendants* qui sont l'Observatoire chronométrique national de Besançon, l'Ecole nationale d'Horlogerie de Besançon et l'Institut de chronométrie de Besançon.

Le service est actuellement en plein fonctionnement et il ne dépend, dès maintenant, que du public d'exiger des horlogers détaillants des montres poinçonnées.

René Baillaud.
Directeur de l'Observatoire national de Besançon.

Variétés

Procédé contre le bleuissement des bois. — On sait que les bois sciés bleuissent très souvent par suite du développement de certains champignons. Un procédé vient d'être trouvé pour éviter cet inconvénient. Il consiste à imprégner le bois d'un gaz spécial avant séchage. D'après une information du *Bulletin de la Chambre de Commerce française de Suède* (octobre 1928), cette altération du bois scié occasionne une perte annuelle de 4 millions de couronnes à l'industrie de ce pays. La méthode nouvelle de préservation qui coûte seulement 2,50 couronnes par standard de bois scié va donc permettre une récupération intéressante.

L. R.

Statistique

Circulation automobile en Allemagne. — Le 1er juillet 1930, on comptait en Allemagne 1 419 800 véhicules à moteurs, nombre supérieur de 16,6 o/o à celui de 1929.

On a compté en effet :

	1928	1929	1930
Voitures de tourisme	342 100	422 000	488 800
Motocyclettes	438 300	608 300	731 200
Autobus	9 280	11 200	12 400
Véhicules industriels	121 760	143 950	157 430

L. R.

Industrie

Le mica en plaques. — La valeur exceptionnelle du mica comme isolant, a conduit en 1892, deux inventeurs, C. W. Jefferson et A. H. S. Dyer, à composer la micanite, qui est restée jusqu'à ce jour la propriété de la Mica Insulator Company, à Shenectady (Etats-Unis), et de la Micanite and Insulators Company, à Londres. A l'origine la micanite était composée de fines lamelles de mica clivé, de o mm. 025 d'épaisseur agglomérées au moyen de la gomme laque et moulées en plaques au moyen de presses. On obtenait un carton de mica. Toutefois, la gomme laque ne permettait pas de faire travailler cet isolant à une température très élevée. Pour les appareils de chauffage notamment, il faut un isolant qui résiste à la carbonisation, on l'a trouvé dans le « glyptal », qui est une résine obtenue dans la condensation de la glycérine avec l'anhydride phtalique et que l'on emploie dissoute dans l'alcool ou l'acétone. Au début, un grand nombre d'opérations étaient manuelles dans la préparation du carton de mica en plaques, mais aujourd'hui on a réalisé des machines qui font déposer sur des toiles métalliques sans fin les flocons de mica qui sont automatiquement enduits, ensuite, avec la substance agglomérante, pressés en plaques et séchés, puis comprimés à chaud à la presse hydraulique (72 kgr. à 188° pendant 20 à 30 minutes). (*Revue des Produits Chimiques*, 15 octobre 1930).

L. R.

Agronomie

La préparation des Raisins secs en Algérie. — La consommation des raisins secs en France est considérable, et l'on peut dire que la production y est à peu près nulle : donc nous importons la presque totalité de ces raisins, de Grèce et d'Espagne.

M. Trabut a montré dans le *Bulletin agricole de l'Algérie-Tunisie-Maroc*, (septembre 1928), l'intérêt que présenterait la préparation des raisins secs dans l'Afrique du Nord. Il rappelle que la déshydratation des raisins peut être faite comme en Californie, par des procédés perfectionnés, industriels, ou bien très simplement par dessiccation au soleil après avoir ramolli leur peau par une rapide immersion dans une lessive bouillante. Dans certains cas (pays très secs) la dessiccation peut être faite directement au soleil sans préparation. Enfin, on peut recourir au séchage dans un four de boulanger comme en Italie et même en France, en Dauphiné, où cette pratique, sans doute complètement abandonnée pour le raisin, est encore usitée pour le séchage d'autres fruits.

Parmi les cépages de vigne qui conviennent le mieux, M. Trabut cite : le muscat d'Alexandrie, qui constitue une fois desséché le raisin de Malaga. Le Sultanina, qui est le raisin de Smyrne sans pépin, a été autrefois introduit en Algérie, il en reste quelques rares pieds. Sa multiplication donnerait la matière première de raisins secs sans pépins de grande qualité. On doit remarquer que ce cépage redoute l'excès d'humidité atmosphérique, car il craint les maladies, oïdium, mildiou, anthracnose. D'intéressants détails pratiques sont donnés par M. Trabut sur la culture de cette variété.

Un hectare de plantation de cette variété peut donner 60 à 250 quintaux de raisins frais à l'hectare, soit 17 à 70 quintaux de raisins secs, le rendement est donc, en pratique 28 de raisin sec pour 100 de raisin frais. Ces rendements sont obtenus en Californie et en Australie.

Les raisins de Corinthe, blanc et rose, existent aussi en Algérie ainsi que quelques autres variétés dont la multiplication pourrait permettre d'entreprendre la fabrication des raisins secs.

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 mars 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Pasquier* (prés. par M. E. Goursat). — **Sur la recherche des équations $s = f(x, y, z, p, q)$ intégrables par la méthode de Darboux.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *J. Schreier* et *St. M. Ulam* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une propriété de la mesure de M. Lebesgue.**

ÉLASTICITÉ. — *A. Lokchine* (prés. par M. Mesnager). — **Sur les vibrations tournantes d'un corps limité par une surface de révolution.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *H. Poncin.* — **Sur les mouvements permanents possibles d'un fluide pesant.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *B. Hostinsky* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la théorie de la diffusion.**

SPECTROSCOPIE. — *H. Deslandres.* — **Relations simples du spectre moléculaire avec la structure de la molécule.**

L'auteur poursuit les recherches dont il a déjà donné les premiers résultats (*C. R.*, 29 décembre 1930). Cette nouvelle Note continue l'étude des relations simples qui unissent le spectre moléculaire aux divisions naturelles fermées par les atomes constituants, les grands anneaux d'électrons et les électrons de chaque atome.

OPTIQUE. — *A. Sesmat.* — **Nouvelle hypothèse sur le rayonnement et sur l'optique des corps en mouvement.**

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *P. Lejay* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur un dispositif permettant l'amplification des courants photo-électriques faibles, et son application à l'enregistrement du flux lumineux provenant des étoiles.**

Le dispositif décrit par l'auteur permet d'enregistrer facilement, avec un oscillographe inscripteur à encre, les phénomènes les plus difficilement observables visuellement avec les électromètres à fil les plus sensibles. Ainsi, au cours d'une nuit brumeuse, la lumière tombant directement sur la cellule photo-électrique, sans objectif, a pu donner des variations de courant de 30 milliampères par seconde à la sortie d'un amplificateur à cinq étages ; une étoile de grandeur 2,2 donnait encore, avec un objectif de 18 cm., une variation de 10 milliampères par seconde, avec une déviation totale de 20 milliampères avant stabilisation.

RADIOACTIVITÉ. — *G. Fournier* et *M. Guillot* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'absorption des rayons β par la matière.**

Les recherches ont porté sur quelques métalloïdes. Les auteurs ont observé qu'il n'existe pas de différence entre les coefficients d'absorption du phosphore blanc solide en liquide, mais qu'il semble exister une légère différence entre ceux des deux forms allotropiques du phosphore. Parmi les métalloïdes étudiés, seul le graphite se comporte comme les métaux, ce qui peut donner à penser que ce sont les corps conducteurs de l'électricité qui satisfont à la relation $\frac{\mu}{\rho} = 15 + 0{,}142 . N$. (N, étant le numéro atomique du métal).

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Clerget* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Appareil pour observer les phénomènes d'injection dans l'air comprimé.**

L'appareil se compose essentiellement d'une chambre en acier, cylindrique, pourvue de hublots en cristal. Une tuyère conique pourvue intérieurement de directrices, alimente la chambre à air comprimé, celle-ci étant en communication permanente avec un compresseur assurant un débit régulier. La partie inférieure de la chambre se termine par une tuyère convergente pourvue d'une soupape dont la levée est synchronisée avec le mécanisme d'injection. La levée de cette soupape est variable et réglable en marche par le déplacement d'une came conique.

— *A. Grebel* (prés. par M. Matignon). — **Processus de la combustion du charbon pulvérisé.**

L'allumage du charbon en présence de traces de vapeur d'eau, débute par l'inflammation de l'hydrogène qu'il dégage. L'oxydation progressive concomitante par l'air primaire, puis par des additions étagées d'air secondaire, porte d'abord sur l'hydrogène qui assure déjà l'allumage, ensuite sur le carbone transformé, au début surtout, en monoxyde de carbone. Le coke formé décompose l'eau hygroscopique et l'eau de formation en donnant du gaz à l'eau. L'air introduit en plusieurs fractions commence par produire du gaz à l'air et finit par donner de plus en plus de fumée. Quand la flamme cesse d'être lumineuse et réductrice, la combustion se complète.

CHIMIE PHYSIQUE. — *F. Bourion* et *E. Rouger* (prés. par M. G. Urbain). — **Etude cryoscopique du paraldéhyde, dans les solutions de chlorures de calcium et de strontium.**

Le paraldéhyde est stable dans les solutions de chlorures alcalino-terreux à toutes les concentrations étudiées, ceux-ci se comportant, comme des milieux stabilisants de sa molécule. Cette méthode directe de détermination de la constante cryoscopique de ces solutions fournit des résultats qui diffèrent au plus de 5 p. 100 de ceux offerts par la méthode indirecte des premiers passages par zéro.

— *J. J. Trillat* et *J. Forestier* (prés. par M. M. de Broglie). — **Etude sur la structure du soufre mou.**

Le soufre coulé au-dessus de 230° dans l'eau froide donne une matière plastique amorphe qui reprend l'état cristallin au bout d'un temps variable qui n'excède pas 2 ou 3 jours. Soumis à une traction rapide, le fil de soufre perd en partie sa transparence et presque toute son élasticité et, à la traction lente, il offre une résistance beaucoup plus élevée qu'avant étirement. Les auteurs ont cherché la nature de cette transformation et leurs essais leur ont montré qu'à certains points il y a une similitude avec le caoutchouc et le cellulose.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *J. Effront.* — **Sur la chute du pouvoir rotatoire des solutions de glucides sous l'action des alcalis.**

L'auteur, en 1887, a établi que les solutions de glucose, de fructose et de maltose perdent leur pouvoir rotatoire sous l'influence de l'ammoniaque, tandis que le pouvoir rotatoire des solutions de dextrines, d'insuline et de saccharose traitées dans les mêmes conditions, n'est pas modifié. De nouvelles recherches lui ont montré qu'en remplaçant l'ammoniaque par $NaOH^n/2$ on arrive, à la température ordinaire, à provoquer une action isomérante non seulement sur les sucres, mais aussi sur l'amidon et les dextrines et que la chute de rotation qui en résulte diffère selon la nature du glucide traité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Mailhe* et *Renaudie.* — **Sur la condensation catalytique des amylènes.**

Les auteurs ont poursuivi sur l'amylène leurs essais de condensation catalytique des carbures éthyléniques, à la pression ordinaire, en présence de silicagel; ils ont étudié l'isoamylène et le pentène-2.

Les résultats obtenus montrent qu'à la manière des carbures éthyléniques gazeux, les pentènes liquides peuvent se transformer à la pression ordinaire en carbures aromatiques et éthyléniques de rang plus élevé.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Ch. Dufraisse* et *R. Horclois* (prés. par M. Délépine). — **Application de l'effet antioxygène au problème de la lutte contre l'incendie. Catalyse négative de l'ignition du charbon.**

Les auteurs démontrent que, tout comme les oxydations à basse température, l'ignition peut être entravée par des catalyseurs négatifs. Il n'y a donc aucune impossibilité théorique à la réalisation de procédés d'extinction basés sur la catalyse antioxygène.

AGRONOMIE. — *G. Jaguenaud* (prés. par M. Mangin). — **Sur l'influence de la nature du sol et des radiations sur la dégénérescence de la pomme de terre.**

D'après les expériences effectuées, l'époque de la plantation et la rapidité du cycle végétatif ont une influence très nette sur la valeur de la semence quant à sa résistance à la dégénérescence. Ces conditions semblent indiquer une influence des radiations lumineuses ou autres, sur le processus de ces maladies. Des expériences nombreuses faites sur la conservation et la germination des semences ainsi que des pratiques culturales déjà anciennes, on peut également déjà conclure que les deux facteurs, éclairement et aération, ont une grande influence sur le développement normal des tubercules.

L. Franchet.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *Mme Georgette Lévy.* — **La teneur des plantes, notamment des plantes alimentaires, en aluminium.**

L'aluminium existe chez toutes les plantes phanérogames. On l'y trouve en proportions très différentes selon les espèces, depuis environ une dizaine de milligrammes jusqu'à plusieurs décigrammes par kilogramme de matière sèche.

Les *racines comestibles* (carotte, navet, salsifis, etc.), dans lesquelles la culture a développé considérablement le tissu parenchymateux, renferment ordinairement beaucoup moins d'aluminium que les racines ordinaires. Les *graines* sont, d'une manière générale, très pauvres en aluminium, aussi la farine n'en renferme pour ainsi dire pas. Les *feuilles* sont les organes dans lesquels on rencontre,

ordinairement, les proportions les plus élevées d'aluminium.

GÉOLOGIE. — *Conrad Kilian.* — **De la genèse du Massif central saharien.**

En son département du Massif central, le Faîte ou Bouclier saharien, de plissements, d'ébauche et de moindre souplesse antécambriens, n'ayant subi des chaînes calédoniennes (ou calédoniennes tardives) autre chose que peut-être des retentissements (les mouvements préhercyniens), s'est définitivement consolidé et fixé, figé, dans des plissements hercyniens peu violents.

— *Henri Termier* (prés. par M. H. Douvillé). — **Les discordances dans la série paléozoïque du Maroc central.**

Les mouvements orogéniques et épeirogéniques qui ont affecté la Meseta marocaine se manifestent par trois discordances principales, de valeurs bien différentes, que l'auteur énumère dans cette Note en faisant à leur sujet quelques remarques. Il suggère que plusiers autres discordances ont dû exister qui sont devenues presque partout des « accordances » : entre Silurien et Dévonien dans l'anticlinorium de Ziar-Azrou, et entre le Permien et le Trias sous le Causse préatlasique.

— *G. Garde* (prés. par M. de Launay). — **Les anciens cours de l'Allier et de ses affluents, sur la feuille de Gannat, pendant le Pliocène supérieur et durant le Quaternaire.**

L'auteur a reconstitué les anciens systèmes hydrographiques de la région, depuis le Pliocène supérieur jusqu'à nos jours. Après le Monastirien, au début de la période actuelle, les cours de l'Allier et de ses affluents étaient à peu près définitivement fixés. Et c'est peu après le Monastirien que le *Sardon*, qui se déversait dans la Morges pendant les périodes précédentes, fut de nouveau capturé par un autre affluent de l'Ambène et qu'il alla se jeter dans cette dernière rivière, près de Riom.

— *A. Demay* (prés. par M. de Launay). — **Sur le prolongement du complexe tectonique Cévenol dans les montagnes de la Louvesc.**

Du charriage de l'ensemble des trois séries, Filat, Ponyardière et Trois-Dents, on peut conclure que la zone tectonique cévenole se prolonge vers le sud au moins jusque dans les montagnes de la Louvesc et dans le petit massif du Mont Sardier.

BOTANIQUE. — *Guilliermond* (prés. par M. Molliard). — **Sur la conjugaison des ascospores chez les Levures et quelques points obscurs du développement de ces Champignons.**

Le genre *Zygosaccharomycodes* créé par Nishiwaki n'a, d'après l'auteur, aucun fondement. Le *Saccharomyces paradoxus* est une forme chez laquelle la conjugaison s'effectue entre les ascospores comme dans la Levure de Pulque et beaucoup d'autres *Saccharomyces*, tandis que l'espèce décrite par Nishiwaki est un *Zygosaccharomyces* caractérisé par sa conjugaison précédant la formation de l'asque. Les deux fusions cellulaires décrites dans le développement de ces deux Levures résultent d'interprétations erronées. Il s'ensuit donc que le développement de ces deux Levures n'infirme en rien la nature sexuelle attribuée à la conjugaison des ascospores.

— *Mlle Cassaigne* (prés. par M. Molliard). — **Sur l'origine des vacuoles.**

A la suite de recherches sur un *Saprolegnia* complétées par l'étude d'une Levure, le *Saccharomyces pastorianus*, l'auteur arrive à cette conclusion que, dans la plupart des cas, les vacuoles naissent spontanément dans le cytoplasme, mais qu'elles peuvent aussi dériver de l'étirement et de la fragmentation de vacuoles préformées, phénomènes qui semblent déterminés par les mouvements du cytoplasme.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *J. Nageotte* (prés. par M. Brillouin) — **Sur les variations du signe de la biréfringence dans les figures myéliniques et formations connexes.**

L'oxydation de l'extrait de cerveau et de la lécithine amène une inversion du signe des hydrates, qui devient négatif, contrairement à ce que l'on sait des « corps smectiques) ; avec les progrès de l'oxydation, la biréfringence, d'abord positive, s'abaisse puis reparaît avec le signe négatif après passage à O. Il s'agit, dans les figures produites par l'hydratation d'une matière oxydée, d'une biréfringence « de forme », de signe négatif, qui apparaît ou s'exagère par suite d'une modification apportée au mode de dispersion des particules dans l'eau et qui agit en sens inverse de la biréfringence propre des particules dispersées.

PHYSIOLOGIE. — *H. Simonnet* et *G. Tanret* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur l'action calcifiante et sur l'action toxique, chez l'animal, de hautes doses d'ergostérol irradié : tentative de séparation des deux actions.**

Par l'emploi de doses massives d'ergostérol irradié, les auteurs ont pu réaliser la dissociation entre l'action toxique et l'action calcifiante, dissociation que l'emploi de petites doses quotidiennes ne permet pas de mettre en évidence. Par cet artifice, l'action calcifiante n'a pas encore eu le temps de se manifester sensiblement, alors que l'action toxique tue l'animal par un processus tout à fait différent de celui de la calcification. Il y a donc, dans les produits d'irradiation de l'ergostérol, un facteur toxique et un facteur calcifiant, bien différents l'un de l'autre.

P. Guérin.

Séance du 9 mars 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *F. Severi.* **Sur une propriété fondamentale des fonctions analytiques de plusieurs variables.**

— *Radu Badesco* (prés. par M. Hadamard). — **Résolution d'une équation fonctionnelle et fonctions stératives généralisées.**

— *Sola* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions qui ont une infinité de dérivées.**

ÉLASTICITÉ. — *Mesnager.* — **La flèche d'une poutre ne dépend pas de l'effort tranchant.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *B. Demtchenko.* — **Sur le problème mixte inverse et les surfaces de glissement dans l'espace doublement connexe.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *O. Yadoff* (pés. par M. G. Kœnigs). - **Sur un nouveau mode d'établissement du diagramme de fonctionnement normal des turbines.**

ASTRONOMIE. — *V. G. Siadbey* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur les radiants apparents des grands météores.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *T. Boggio* (prés. par M. Hadamard). — **Une interprétation physique du tenseur de Riemann et des courbures principales d'une variété V_3.**

OPTIQUE. — *V. Lalan.* — **L'hypothèse de la courbe de poursuite et les lois de la réflexion dans les systèmes optiques en mouvement.**

CALORIMÉTRIE. — *P. Vernotte* et *A. Jenfroy* (prés. par M. A. Cotton). — **Méthode simple de mesure de la chaleur spécifique d'un corps solide à la température ordinaire. Application au glucinium.**

Le corps à étudier est suspendu par un fil fin à l'intérieur d'une boîte métallique épaisse bien close, que l'on a maintenue longtemps dans une salle d'expérience de température à peu près constante. Un thermomètre indique la température régnant dans la boîte : c'est au moment de l'expérience, la température exacte du corps, car la température ambiante étant presqu'égale, il n'y a pas d'échange thermique appréciable entre l'air ambiant et le corps, pendant qu'on le fait tomber dans le calorimètre. D'autre part, celui-ci contient de l'eau glacée (1 à 2°C.); même échauffée par le corps, cette eau reste notablement plus froide que l'air ambiant, ce qui annule sensiblement les échanges thermiques par l'ouverture du dewar.

Cette méthode appliquée à la détermination de la chaleur spécifique d'un barreau de glucinium pesant 325 gr., on a trouvé, à 13°C, la valeur 0,397 cal-g/deg.

PHOTOMÉTRIE. — *R. Jovaust* (prés. par M. P. Janet). — **Le problème de la photométrie hétérochrome.**

L'auteur démontre que le problème de la photométrie hétérochrome, dont la solution est indispensable aux besoins de l'art de l'éclairage, ne peut être résolu que par une hypothèse consistant dans le choix d'une courbe type de facteurs de visibilité.

SPECTROSCOPIE. — *R. Ricard* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur les divers spectres d'étincelle du mercure.**

Ces spectres ont été étudiés dans l'intervalle spectral 4000 Å-2700 en utilisant comme procédé d'excitation la décharge sans électrodes. De nombreuses raies nouvelles ont été observées dans ces conditions et ont été réparties entre trois groupes E_1, E_2 et E_3 dont l'identité avec les spectres Hg II, Hg III et Hg IV est démontrée. Des tableaux donnent, pour chaque spectre, la liste des raies nouvelles dont les longueurs d'ondes ont été déterminées à quelques centièmes d'angström près, au moyen d'un réseau concave de 1 m. 5 de rayon.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *G. A. Boutry* (prés. par M. Fabry). — **Modifications de la surface caractéristique d'une cellule photo-électrique à atmosphère gazeuse lorsqu'on change la résistance en série.**

Il se dégage de cette étude, cette conclusion pratique que, pour un flux lumineux donné et une différence de potentiel donnée, il existe une valeur optimum de la résistance R extérieure à la cellule, pour laquelle celle-ci fournit le courant contrôlé maximum, avec la plus grande pente utilisable de la caractéristique à flux variable correspondante. Ce n'est que lorsque les valeurs moyennes des flux mesurés sont très faibles qu'on peut admettre que la sensibilité est indépendante de R.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Guichard, Claussmann, Billon* et *Lanthony* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'indépendance de la dureté et de la teneur en hydrogène des métaux électrolytiques.**

On avait pensé que la grande dureté du fer électrolytique tenait à l'état de division extrême du métal, et, aussi à la présence d'un hydrure de fer dur et cassant. En 1925 on a tenté de démontrer expérimentalement que le dégagement des gaz pendant le recuit produisait une variation bien progressive des propriétés mécaniques.

Or, les auteurs ont repris ces essais, et sont arrivés à une conclusion entièrement différente. Etudiant divers échantillons de fer électrolytique, ils n'ont pas trouvé de carbures d'hydrogène et ont observé que les échantillons les plus durs ne sont pas les plus riches en hydrogène; les teneurs en gaz carbonés sont très faibles.

Les métaux électrolytiques ne doivent pas leur dureté, même partiellement, à la présence d'une hydrure hypothétique; ils sont durs uniquement à cause de leur structure très fine déjà observée par divers auteurs.

— *Néda Marinesco* (prés. par M. J. Perrin). — **Pouvoir inducteur spécifique et poids moléculaire des colloïdes.**

CHIMIE ORGANIQUE. — *V. Grignard* et *J. Savard*. — **Sur les dérivés magnésiens de la dichlorotriphenylphosphine et sur les pentaphosphines.**

Les auteurs indiquent la méthode qui leur a permis d'obtenir la dichlorotriphénylphosphine, non encore décrite. C'est un corps blanc finement cristallisé, fusible à 176°, insoluble dans l'eau et l'éther froids. Elle est hydrolisée par l'eau bouillante.

Si l'on fait réagir sur le dimagnésien de la triphénylphosphine un alcool aliphatique saturé, ROH, on aboutit à des phosphines du phosphore pentavalent que l'on peut appeler des pentaphosphines. Ce serait, semble-t-il, la première fois que l'on ait réussi à substituer les cinq valences du phosphore par des radicaux hydrocarbonés.

SEISMOLOGIE. — *M. Jélenko* (prés. par M. Bigourdan). — **Deux catastrophes séismiques en novembre 1930 et janvier 1931 en Albanie.**

Les mouvements sismiques en Albanie proviendraient surtout de l'abaissement progressif, parfois accéléré, de l'abaissement des grands blocs de l'Adriatique. Sous leur constante pression, les anticlinaux des montagnes épiro-albanaises se mettent en mouvement et se morcellent, leurs blocs changent de stabilité sur les blocs continentaux, descendent et se déplacent dans différentes directions. Ces mouvements se compliquent à leur tour par la descente progressive des synclinaux morcelés. Les variations dans les pressions extérieures et intérieures amènent les déplacements des épicentres, de sorte que ces mouvements complexes des blocs disloqués produisent de nouvelles failles et contribue à la formation de nouveaux petits blocs séismogènes.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *L. Joleaud*. — **Les récents progrès de nos connaissances sur l'histoire du Pacifique aux temps tertiaires et la théorie de Wegener.**

La facilité des communications dans les mers néritiques tropicales à travers tout le Pacifique pendant le Nummulitique et le Miocène exclut la possibilité d'existence d'un immense océan Pacifique sans îles, tel que l'implique l'hypothèse de Wegener.

— *D. Schnéegans* (prés. par M. de Launay). — **Observations sur la limite occidentale de la nappe du Briançonnais au sud de la Maurienne.**

L'étude de la série stratigraphique du Massif du Grand Galibier a amené l'auteur à le considérer comme formé par une écaille frontale de la nappe du Briançonnais. Il a pu observer que le Lias n'était pas conservé dans cette écaille et que les terrains plus récents étaient représentés par des faciès nettement briançonnais, accompagnés d'importants niveaux de brèches. Le soubassement du Massif du Galibier comprend une série bien différente.

PHYSIOLOGIE. — *Emile F. Terroine, Mlles Germaine Boy, Marguerite Champagne* et *Gilberte Mourot* (prés. par M. d'Arsonval). — **La répartition de l'azote urinaire dans le métabolisme azoté endogène spécifique au cours de la croissance.**

Parmi les faits sur lesquels les auteurs appellent l'attention dans cette Note, il en est qui corroborent des affir-

mations antérieures, à savoir que la dépense azotée endogène suit fidèlement la dépense énergétique et que la créatinine n'est pas un représentant qualifié de la valeur du métabolisme endogène total.

— *Louis Baudin* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Le quotient respiratoire des poissons en fonction de la température.**

L'augmentation du quotient au-dessous de la température moyenne est un fait bien établi. L'animal s'immobilise, ses mouvements respiratoires sont rares. Peut-on parler d'une lutte contre le froid ? Il n'y a pas de thermogenèse si l'on n'envisage que l'allure des seuls échanges. Elle existe peut-être si l'on considère celle du seul quotient.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Marcel Abeloos* et *Maurice Lecamp* (prés. par M. M. Caullery). — **Sur la production de formations anormales et multiples dans les membres du Triton par transplantation des régénérats.**

Les auteurs ont constaté que le développement du transplantat produisait, dans certains cas, soit une extrémité plus ou moins anormale (présentant, par exemple, des doigts surnuméraires), soit une extrémité double ou triple. Ils ont été ainsi conduits à étudier systématiquement la production de ces anomalies dans différentes séries d'expériences, correspondant à divers types de transplantation.

PHYSICO-CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *F. Vlès* et *A. de Coulon* (transm. par M. d'Arsonval). — **Sur le sort ultérieur des greffes de tumeurs épithéliales bloquées.**

Il semble qu'il y ait jusqu'à un certain point antagonisme entre la réaction qui transmet la nouvelle tumeur à partir de l'ancienne greffe bloquée, et l'opération par laquelle le goudron amorce l'apparition du papillome et sa cancérisation postérieure.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. T. Hunt Morgan est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

MM. Ferrié et Gutton; Brenot, Bureau, Jouaust, Latour, Le Corbeiller, Lejay, Mesny et Picault, sont délégués à l'Assemblée générale de l'Union radio-scientifique internationale qui se tiendra à Copenhague à partir du 27 mai 1931.

Académie de Médecine. — T. Brocq-Rousseu est élu Membre titulaire dans la Section de Médecine vétérinaire en remplacement de M. Raillet, décédé.

Académie d'Agriculture. — Ont été élus membres titulaires : M. Louis Muret, dans la Section de Grande Culture ; M. Fernbach, dans la Section des Sciences physico-chimiques agricoles.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Le Professeur Othenio Abel, Directeur de l'Institut paléontologique et paléobiologique de l'Université de Vienne donnera trois conférences, avec projections sur les sujets suivants et aux dates suivantes (Amphithéâtre Milne-Edwards) :

17 avril à 17 heures : « *La vie des animaux à l'époque quaternaire dans la grotte des dragons à Mixnitz en Styrie.* »

18 avril à 17 heures : « *Analogie et Homologie.* »

21 avril à 17 heures : « *La loi d'inertie biologique.* »

— M. Swietoslawski, Professeur à l'Université de Varsovie, donnera deux Conférences sur les sujets suivants (Amphithéâtre de Physique) :

22 avril à 17 heures : « *Nouvelle méthode pour mesurer les très petits effets thermiques.* »

25 avril à 10 heures : « *Nouveaux appareils ébullioscopiques et leurs applications.* »

— *Institut Henri Poincaré.* — M. de la Vallée Poussin, Professeur à l'Université de Louvain, fera quatre conférences sur le sujet suivant (Amphithéâtre Darboux, 1, rue Pierre Curie), les 14 et 16 avril à 10 h. 30, et les 18 et 20 avril à 14 heures : « *Extension de la méthode de balayage de Poincaré. Théorie du potentiel et problème de Dirichlet.* »

— *Institut de Mécanique des Fluides.* — M. A. Rosenblatt, Professeur à l'Université de Cracovie, donnera trois conférences sur le sujet suivant (Amphithéâtre Le Verrier), le 14 avril à 10 h. 30, les 17 et 20 avril à 17 heures : « *Sur certains mouvements des Fluides visqueux incompressibles.* »

Muséum National d'Histoire Naturelle. — La chaire de Botanique (Phanérogamie) est déclarée vacante. Un délai de 20 jours, à dater du 31 mars est accordé aux candidats pour produire leurs titres.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Tours. — Un concours pour un emploi de professeur suppléant de la chaire de physique à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Tours s'ouvrira le vendredi 23 octobre 1931 devant la Faculté de Médecine de l'Université de Paris.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Cours d'astronomie de l'Ecole Polytechnique, par H. Faye, revu et mis à jour par R. Bourgeois, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, professeur à l'Ecole Polytechnique. Deuxième partie. Un vol. grand in-8°, de 530 pages, avec 8 planches hors texte et 106 figures. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs. — Prix : 100 fr.

Ce volume est le dernier de la nouvelle édition du Cours de Faye dont nous avions annoncé la publication il y a trois ans (*Rev. Sc.*, vol. 66, p. 286). La première partie de cette nouvelle édition avait paru en deux fascicules; l'un, de 360 pages, traite de l'astronomie sphérique, de la théorie des erreurs et de la navigation; l'autre, de 225 pages, se rapporte à la Géodésie et à la Géographie. Le volume actuel est consacré tout entier à l'astronomie, astronomie du système solaire, théorie de la Lune, astronomie physique.

Comme dans les fascicules précédents, le général Bourgeois a suivi autant que possible l'œuvre primitive de Faye qui était un chef-d'œuvre d'équilibre et de clarté. Quelques chapitres ont été presque entièrement, sinon intégralement conservés tels qu'il les avait rédigés. L'astronomie est une science dont certaines branches ont atteint depuis longtemps un haut point de perfection, au moins si l'on n'y envisage que ce qui peut s'enseigner à des jeunes gens qui n'auront jamais, pour la plupart, l'occasion d'approfondir ces problèmes. L'exposé de Faye sur ces

points ne saurait vieillir. Cependant, à peu près dans tous les chapitres le général Bourgeois a réussi à mettre encore un peu plus d'ordre et de clarté, à donner plus de précisions et à être plus complet sans alourdir le texte et sans changer le caractère de l'ouvrage. Il n'est pas possible, dans un court compte rendu de citer toutes ces modifications. La plupart nous ont paru très heureuses. Voici les titres des grandes divisions, contenant chacune plusieurs chapitres, de cette deuxième partie : Livre I. Théorie des mouvements du Soleil et des planètes, d'Hipparque à Copernic et Képler (50 pages). Livre II. Képler (50 pages). Livre III. Introduction de la Mécanique dans l'astronomie (55 pages : loi de la gravitation, perturbation du mouvement des planètes, masse de la Terre). Livre IV. Calcul de l'orbite d'une planète ou d'une comète nouvellement découverte : (40 pages; méthode de Laplace, méthode d'Olbers, exemple complet d'un calcul d'orbite de comète). Livre V. La Lune (75 pages; mouvement de la Lune; principales inégalités calendrier, éclipses). Livre VI. Marées (10 pages). Livre VII. Parallaxe du Soleil (15 pages). Livre VIII. Précession, nutation, aberration (60 pages). Livre IX. Notions d'astronomie physique (70 pages; les lois du rayonnement, le Soleil, le système solaire, astronomie sidérale, hypothèses actuelles sur la constitution de l'Univers).

L'ouvrage se termine par le tableau des principaux éléments du système solaire, pour les planètes et leurs satellites, il donne le catalogue complet des comètes qui ont paru. Enfin, il contient les tables nécessaires pour le calcul des orbites.

Vingt années d'enseignement à l'Ecole Polytechnique et une vie consacrée à la géodésie et à la géographie ont fait du général Bourgeois le savant et le professeur le mieux préparé pour rééditer l'ouvrage de son illustre prédécesseur. Le cours d'astronomie et de géodésie de Faye et de Bourgeois restera parmi les meilleures. J. B.

Etoiles et atomes, par A. S. Eddington, traduit sur la troisième édition anglaise avec compléments de l'auteur, par J. Rossignol. In-8° de IX-188 pages avec 13 figures et 12 hors textes. Hermann et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 35 francs.

L'ouvrage de M. Eddington a été célèbre dès qu'il eût paru. Des traductions en ont été faites en toutes les langues. En France, la Société astronomique en publia une par chapitres séparés, dans son organe *L'Astronomie*, en 1928. Mais cette traduction, due à MM. Jules Baillaud et D. Barbier, n'avait pas été réunie en volume. Trois éditions anglaises ont paru depuis, contenant quelques compléments et un chapitre nouveau. MM. Hermann et Cie résolurent alors à publier en volume une traduction française de l'ouvrage ainsi complété. M. Eddington avait bien voulu nous dire que la traduction de *L'Astronomie* était meilleure que celle qui avait été faite dans les autres pays. Il aurait trouvé meilleure encore la traduction de M. Rossignol.

Etoiles et atomes n'a plus besoin d'être présenté au public. Rappelons que c'est la réunion de quatre conférences où M. Eddington expose nos connaissances sur l'état de la matière dans le monde stellaire. J. B.

Erreurs et moindres carrés, par R. Deltheil, Doyen de la Faculté des Sciences de Toulouse. Un fascicule de 160 pages du Traité de *Calcul des Probabilités* de M. Emile Borel. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 30 francs.

Ce livre est un excellent exposé didactique des théories qui se rapportent au problème des erreurs d'observation et à la méthode des moindres carrés. Après des préliminaires consacrés à la probabilité des causes et à la loi de probabilité à une variable, l'Auteur formule dans un énoncé général les problèmes soulevés par l'étude des erreurs et la combinaison des observations. Puis il traite, dans une seconde partie, de la loi de Gauss et de ses applications. Il termine, dans une dernière partie, en développant la méthode des moindres carrés et en donnant toutes indications pour l'exécution des calculs correspondants.

G. Bouligand.

Geometry of four dimensions, par A. R. Forsyth. 2 vol. in-8° de 470 et 520 pages, avec figures. Cambridge University Press, 1930. — Prix : 75 sh. les 2 volumes.

Cet ouvrage dépasse en réalité la portée qui semblerait indiquer son titre, car à diverses reprises, l'Auteur consacre aux espaces, à un nombre quelconque n de dimensions des développements importants. Après avoir introduit dans la section I pour $n=4$, ces variétés, les variétés ponctuelles linéaires, sous les noms respectifs de *line* (droite), *plane* (plan), *flat* (hyperplan), l'Auteur en donne les représentations au moyen d'un, de deux, ou de trois paramètres : aux variétés quelconques (en anglais : *amplitudes*), il donne les nom de *curve, surface, région*. Chacune de ces notions géométriques, avec le cortège des problèmes connexes, fait l'objet d'une des sections II, III, IV. La tendance générale consiste dans la recherche des propriétés intrinsèques : détermination du système tétra-orthogonal principal ε et des trois courbures en chaque point d'une courbe, régions associées aux courbes, et notamment développables obtenues en prenant les enveloppes des hyperplans du système ε; plan tangent et plan orthogonal d'une surface, extension du théorème de Meusnier, de la théorie des géodésiques, des lignes de courbure, de l'indicatrice, etc... La section IV (qui commence le tome II), traite des régions, de leurs courbures linéaire et superficielle, de leurs lignes et surfaces géodésiques, de leurs développées, de la courbure des lignes situées dans une région, des régions ellipsoïdales, des surfaces et des régions minima.

Une cinquième et dernière section est consacrée à la formation systématique de tous les types possibles d'invariants qui peuvent prendre naissance, soit qu'on considère une courbe ou une surface dans l'espace ou dans une région, ou qu'on fasse l'étude directe d'une région. Cette partie procède du Calcul différentiel absolu.

Cette rapide analyse montre la grande importance de l'ouvrage, appelé à devenir un auxiliaire précieux, aussi bien dans les recherches de géométrie différentielle que dans les investigations concernant la Relativité et d'autres branches récentes de la Physique mathématique.

G. Bouligand.

Machines électriques (Electrotechnique appliquée), par A. Mauduit, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, Directeur de l'Institut d'électrotechnique et de mécanique appliquée. Préface de A. Blondel, Membre de l'Académie des Sciences. Quatrième édition. 2 volumes 16 × 25 cm. ayant ensemble XXX-1738 pages et 65 figures. Dunod, éditeur, 1931. — Prix : reliés, 287 francs; brochés, 265 francs.

M. A. Blondel, dont la haute autorité en électrotechnique est universellement reconnue, présente ce livre comme un des meilleurs qui existent sur son sujet. L'auteur, dit-il, a su présenter toutes les grandes questions de la construction électrique sous une forme à la fois très solide au point de vue théorique et très pratique au point de vue

des applications. Il a su, avec une rare compétence, introduire dans cette nouvelle édition, comme dans les précédentes, tous les renseignements utiles aux ingénieurs sur l'élaboration des projets, la recherche du meilleur fonctionnement des machines et la meilleure utilisation des matériaux, les meilleurs conseils pour les essais.

Les éditions précédentes de cet ouvrage ont eu trop de succès pour qu'il soit utile de s'étendre longuement sur ses mérites. Mais la nouvelle édition ne fait pas double emploi avec les premières. Complètement dégagée de ce qui touche aux installations électriques, par la publication d'un traité spécial sur ce sujet, elle a reçu des développements considérables sur beaucoup de questions intéressantes. L'étude des machines principales a été poussée à un degré d'approximation plus élevé, et un certain nombre de compléments suivis d'applications numériques ont été ajoutés sur les questions les plus actuelles. La division en 10 chapitres a été conservée, mais le développement considérable donné à quelques-uns d'entre eux ont obligé à scinder l'ouvrage en deux tomes; le premier intitulé *Dynamos, alternateurs, transformateurs*, et le second *Moteurs d'induction, machines synchrones, alternomoteurs à collecteurs et compléments divers*. Les modifications les plus profondes ont porté principalement sur les machines à courants alternatifs, à l'exception des transformateurs et des moteurs à collecteurs. La théorie des dynamos à courant continu a reçu quelques compléments intéressants.

Voici les titres des principaux chapitres : Chap. I. Essais des machines à courant continu; essais de réception : essais des moteurs, rendement. Chap. II. Théorie des dynamos à courant continu, enroulement, réaction de l'induit, commutation. Chap. III. Calcul des dynamos à courant continu. Chap. IV. Courants alternatifs, généralités et mesures. Chap. V. Alternateurs : bobinage de l'induit, étude du fonctionnement d'un alternateur par les diagrammes; calculs relatifs à la régulation des alternateurs. Production des harmoniques dans la tension à vide. Déformation du flux résistant par la réaction d'induit, rendement; établissement d'un projet. Chap. VI. Transformateurs statiques. Transformateurs monophasés et triphasés, à enroulement en zigzag, fonctionnement des divers types de transformateurs triphasés avec différents modes de connexion; construction des transformateurs. Chap. VII. Moteurs d'induction; essais, construction, champ résultant dynamique. Chap. VIII. Machines synchrones, moteurs, démarrage, marche en parallèle, couplage, oscillations pendulaires des alternateurs en parallèle, commutatrices, dynamo à diviseur de tension, convertisseur en cascade, amorçage en générateurs des moteurs synchrones et asynchrones. Chap. IX. Moteurs alternatifs à collecteurs. Chap. X. Compléments divers, étude expérimentale des formes d'ondes des courants non sinusoïdaux, système triphasés sinusoïdaux dissymétriques, transformation de courants triphasés en courants diphasés. Dynamos spéciales diverses, redresseurs à vapeur de mercure. J. B.

Physiologie sexuelle normale et pathologique, par les docteurs Albert Hogge, P. Divry, N. Watrin, professeurs de l'Université de Liège, E. Foret, ancien assistant d'urologie et le docteur vétérinaire Lahaye, agrégé à l'Ecole vétérinaire de Bruxelles. In-8° de 200 pages. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 38 francs.

La question de la sexualité est des plus vastes; ses incidences sont innombrables. Les auteurs ont condensé les données actuelles et leurs vues personnelles dans le seul cadre de la physiologie : c'est, selon l'expression du professeur Hogge, un « vol plané » au-dessus de ces problèmes si complexes.

Un seul chapitre envisage le point de vue psychiatrique : le prof. Divry y expose les troubles quantitatifs et qualificatifs de l'instinct sexuel et montre le rôle joué par la sexualité dans les psychopathies : rôle important certes, mais non pas tel qu'on puisse avec Freud conclure à un pansexualisme absolu.

Dans deux autres parties, d'une part le docteur-vétérinaire Lahaye apporte le résultat de ses expériences sur les greffes génitales chez les petits animaux et les applications possibles pour l'élevage, tant en vue du rajeunissement des sujets séniles que pour activer le développement des jeunes; d'autre part, le docteur Foret examine la question des greffes testiculaires chez l'homme et conclut comme Leriche et Policard : la greffe agit seulement en tant que réservoir temporaire d'endocrine utilisée par l'organisme dans la mesure où il en est encore capable et d'autant plus rapidement que ses besoins étaient plus grands auparavant; par ailleurs, les phénomènes sympathiques tels qu'on observe dans la méthode de Doppler ou sympathicectomie chimique entraînant par vaso-dilatation consécutive une sécrétion plus grande des hormones, sont des facteurs non négligeables de rajeunissement.

Les deux parties les plus importantes de l'ouvrage sont consacrées à la physiologie sexuelle proprement dite :

Le professeur Hogge dans un exposé des fondements biologiques de l'instinct sexuel et de la physiologie sexuelle en général, montre qu'à côté des processus neuro-endocriniens concourant à réaliser les « potentialités biologiques », l'assouvissement de l'instinct demeure chez l'homme une « fonction psychique de luxe » dépendant pour une large part du contrôle cérébral; l'acte sexuel lui-même, préparé par les impulsions psycho-sexuelles, comprend une série de phénomènes dans lesquels le système nerveux sympathique joue un rôle capital, jusqu'à l'expulsion terminale du sperme, réflexe à point de départ dans la réplétion des ampoules des canaux déférents; mais constamment le système nerveux volontaire est aussi mis en jeu.

La physiologie sexuelle féminine se présente sous un aspect très différent, le facteur endocrinien y prend une place plus importante : le docteur Watrin en fait l'étude dans un ensemble de chapitres; il expose en détail le cycle menstruel analogue chez la femme et chez les animaux et dont les phases sont régies par la maturation de l'ovule et son avortement; le flux menstruel est « un accident résultant d'un ovule non fécondé », la fonction de reproduction proprement dite prend ici la première place.

Il est impossible de résumer, même brièvement, la masse de notions contenues dans un tel ouvrage, sa lecture doit retenir l'attention de tous ceux que la question intéresse.

Dr Didée.

Cours de Mécanique de l'Ecole Polytechnique, par P. Painlevé, de l'Institut et Platrier. In-4° de 644 pages. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris 1929. — Prix : 150 fr.

Ce cours, qui fait suite au cours de première année, déjà paru, a été professé par M. Platrier : il se signale par son caractère très moderne, par la large place accordée à l'étude des phénomènes gyroscopiques, suivant les travaux d'Esclangon, à l'hydrodynamique et à l'élasticité, il se distingue aussi par l'appareil analytique très large auquel est incorporé le calcul sensoriel et par un exposé des théories d'Einstein.

Ce beau livre intéresse donc un public extrêmement étendu de mathématiciens et d'ingénieurs. Il remporte d'ores et déjà un succès bien mérité.

G. Bouligand.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 8 — 69e ANNÉE — 25 AVRIL 1931

LE SYSTÈME MÉTRIQUE

par E. DOUBLET

Astronome honoraire de l'Observatoire de Bordeaux

A l'Exposition internationale de Liége, qui a eu lieu en 1930, la direction des Affaires commerciales et industrielles avait envoyé un certain nombre d'objets, d'un grand intérêt historique, appartenant au Service des Poids et Mesures. Parmi ces objets, nous indiquerons seulement l'étalon du mètre provisoire en laiton, de Borda et Brisson (1795), l' « Etalon de la Révolution » construit par Lenoir et déposé aux Archives Nationales depuis le 22 juin 1799, et l'étalon international du mètre, déposé au Bureau international des Poids et Mesures, le 28 septembre 1899.

Nous allons analyser brièvement une étude sur « le Système métrique décimal », due à M. R. Fighiera, chargé d'importantes fonctions au ministère du Commerce et de l'Industrie, auquel des renseignements techniques ont été fournis, en cas de besoin, par M. Bigourdan, membre de l'Institut, par M. Lemoine, directeur de l'Ecole supérieure des Poids et Mesures nouvellement créée, enfin, par M. Guillaume, directeur du Bureau international des Poids et Mesures et M. Pérard, son premier adjoint.

On sait quelle était la diversité des anciennes mesures françaises. Elles variaient non seulement de province en province, mais, dans l'intérieur d'une même province, il en était de même. Il reste, d'ailleurs, des traces de cet ancien état de choses et nous voyons, par exemple, dans l'*Annuaire* du département de la Gironde, pour ne citer que celui-là, l'indication de vingt-deux anciennes mesures agraires encore usitées dans ce pays, et ce ne sont sans doute que les principales. Les paysans, routiniers et peu instruits, en général, ont conservé leurs habitudes en ce qui concerne la mesure des champs, et ils sont cruellement embarrassés s'il leur arrive de changer de résidence.

Citons quelques exemples caractéristiques :

Le *sadon* de Médoc, valait 7,95 ares et le *journal* d'Auros 69,58 ares. On trouve d'ailleurs tous les intermédiaires ainsi, le journal de Bordeaux valait 31,93 ares, celui de Saint-Emilion 32,10 ares, soit presque exactement le tiers d'un hectare pour l'un et pour l'autre.

Et il en était ainsi dans toute la France. Il n'y a donc pas à s'étonner qu'à la tribune de l'Assemblée Constituante cette diversité de mesures ait été qualifiée de scandaleuse.

Il va sans dire que, depuis longtemps, les savants se rendaient compte de cet état de choses déplorable, et ils avaient proposé différents remèdes. D'un commun accord, ils faisaient usage des mesures parisiennes, et le grand Newton lui-même donna l'exemple, à ce point de vue, dans ses fameux *Principes*.

Mais ils n'étaient pas satisfaits pour cela, car le pied français, ou pied de roi, était une grandeur arbitraire qu'il eût été impossible de retrouver dans le cas où quelque accident aurait fait disparaître son étalon. Ainsi, nous li-

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

sons dans la *Métrologie* de notre bisaïeul Alexis Paucton, livre paru en 1780, qu'en 1668, le pied des maçons et architectes fut réformé. Pour donner au nouvel étalon la longueur qu'il devait avoir, on se servit de la largeur de l'arcade ou porte intérieure servant d'entrée au vieux Louvre, du côté de la rue Fromenteau. Selon le plan, cette arcade devait avoir douze pieds de largeur et on en prit la moitié pour fixer la longueur de la nouvelle toise, qui se trouva plus courte de cinq lignes que l'ancienne.

Il est clair qu'il n'y a pas à s'étonner de ce résultat. On conçoit aussi que les astronomes et les physiciens trouvassent fort à redire à cette situation. Aussi, Gabriel Mouton, vicaire à l'église Saint-Paul, à Lyon, l'abbé Picard, plus tard La Condamine proposèrent diverses nouvelles unités pour remplacer le pied du roi. Le dernier de ces savants croyait que le meilleur choix possible était le tiers de la longueur du pendule battant la seconde de temps moyen sous l'équateur.

Les hommes d'Etat dignes de ce nom auraient bien voulu, eux aussi, faire qu'il n'y eût en France qu'un seul système de poids et mesures, comme, depuis Philippe le Long, il n'y avait qu'une seule monnaie. Philippe le Bel, Philippe le Long, Louis XI, François Ier tentèrent vainement de substituer les mesures de Paris aux mesures locales. Colbert aurait bien voulu y amener Louis XIV, lui alléguant l'exemple de Louis XI « le plus sage de nos rois ».

Plus tard, Turgot s'occupa de cette question et ce fut avec son esprit de décision ordinaire. Pour lui, la nouvelle unité de longueur devait être la longueur du pendule battant la seconde à 45 degrés de latitude. L'astronome Messier devait faire les expériences nécessaires, et, pour cela, se rendre dans le Médoc, pays plat où aucune montagne ne serait venue altérer le résultat de ses opérations ; mais on n'avait pas les instruments nécessaires et Turgot avait cessé d'être ministre avant qu'ils fussent construits.

Un passage du fameux *Compte rendu au Roi*, de Necker, caractérise on ne peut mieux la différence d'esprit et de tempérament de ces deux hommes d'Etat :

« Je me suis occupé, écrit Necker, de l'examen des moyens qu'il faudrait employer pour rendre les poids et mesures uniformes dans tout le royaume ; mais je doute encore, si l'utilité qui en résulterait serait proportionnée aux difficultés de toute espèce que cette opération entraînerait, vu les changements d'évaluation qu'il faudrait faire dans une multitude de contrats de vente, de devoirs féodaux, et d'autres actes de toute espèce. »

« Je n'ai pourtant point renoncé à ce projet, et j'ai vu avec satisfaction que l'assemblée de la Haute-Guyenne l'avait pris en considération. C'est, en effet, un genre d'amélioration qu'on peut entreprendre partiellement, et l'heureux exemple d'une province pourrait influer essentiellement sur l'opinion. »

Si on avait écouté Necker, nous serions encore dans le gâchis traditionnel.

Toujours est-il qu'à l'Assemblée Constituante, un projet d'unification fut proposé par l'évêque d'Autun, Talleyrand, homme dont il y a beaucoup de mal à dire, mais qui, incontestablement, était doué d'une intelligence supérieure. Il ne s'attarda pas à la solution la plus simple, celle qui aurait consisté à généraliser l'emploi des mesures parisiennes et à l'étendre à toute la France. Il comprend l'impossibilité de faire adopter ce système par les étrangers et, comme Turgot, il propose la longueur du pendule battant la seconde sexagésimale sous le 45e degré de latitude.

Et comme en Angleterre, il en était absolument de même que chez nous, comme, en se déplaçant de dix milles, « un acre n'était plus un acre, un boisseau n'était plus un boisseau, que, d'un magasin à un autre, d'une boutique à une autre, il y avait une même différence entre les poids et mesures employés », il voudrait que l'Assemblée s'entendît avec le Parlement anglais, et que la Grande-Bretagne concourût avec la France à la fixation de la base des nouvelles mesures par des commissaires choisis en nombre égal parmi les membres de l'Académie des Sciences et ceux de la Société royale de Londres.

La question fut renvoyée à l'examen de l'Académie des Sciences, qui nomma une première Commission, composée de Borda, Lagrange, Tillet et Condorcet. Celle-ci décida qu'il fallait assujettir à l'*échelle arithmétique*, c'est-à-dire décimale, tous les poids, mesures et monnaies. Le choix de l'échelle duodécimale, qu'on avait proposée, aurait rendu « le succès presque impossible ».

Une autre Commission, composée de Borda, Lagrange, Laplace, Monge et Condorcet, examina l'unité des mesures qu'on pouvait choisir. Rejetant l'idée de prendre l'unité déjà adoptée dans un pays quelconque, car « il serait difficile d'offrir aux autres des motifs de préférence capables de balancer l'espèce de répugnance, sinon philosophique, du moins très naturelle, qu'ont les peuples, pour une imitation qui paraît toujours l'aveu d'une sorte d'infériorité (1) », il semble à la Commission que les unités naturelles propres à servir de base sont au nombre de trois :

La longueur du pendule à secondes.
Un quart de cercle de l'équateur terrestre.

(1) Cela ne nous a cependant pas empêchés d'accepter le méridien de Greenwich, bien que cela ne fût pas sans quelques inconvénients pour nous.

Un quart du méridien, entre le Pôle et l'Equateur.

« La première a deux inconvénients : elle est liée à l'unité tout à fait arbitraire qu'est la seconde de temps, et elle fait intervenir le temps et l'intensité de la pesanteur, considérations bien étrangères à l'unité de longueur. »

« Le quart de l'équateur est repoussé aussi, car la régularité de ce cercle n'est pas plus assurée que celle des méridiens, et les régions équatoriales sont d'un accès difficile. On adopte donc le quart du méridien, dont la dix-millionième partie sera l'unité usuelle ; mais comme sa mesure entière n'est pas possible, on convient de se borner à un arc de grandeur suffisante dont les extrémités tombent l'une au Nord, l'autre au Sud du parallèle de 45°. La partie du méridien de Dunkerque à Barcelone est adoptée ; elle suit la méridienne de Paris, déjà mesurée, ce qui donnera des vérifications précieuses. »

Les opérations nécessaires pour atteindre le but qu'on se propose sont :

1° Détermination de la différence de latitude entre Dunkerque et Barcelone ;

2° Mesure des bases ;

3° Etablissement et mesure des triangles, de Dunkerque à Barcelone ;

4° Observations du pendule ;

5° Vérification du poids d'un volume connu d'eau distillée, à 0° ;

6° Comparaison des anciennes mesures aux nouvelles.

La méridienne de France avait été mesurée déjà deux fois, avec une exactitude suffisante pour les besoins de la pratique, mais les savants furent heureux d'avoir l'occasion de refaire ce grand travail scientifique et d'obtenir des résultats plus précis que ceux de leurs devanciers, Cassini et La Caille. Depuis 1870, cette méridienne a été mesurée encore une fois, et, par suite des dévastations de la guerre, qui ont fait disparaître la plupart des signaux dans les pays envahis, elle devra l'être encore, dans l'intérêt de la géodésie et de la géographie.

Delambre et Méchain, chargés de la mesure de la méridienne, le premier de Dunkerque à Rodez, l'autre de Rodez à Barcelone, eurent à vaincre beaucoup de difficultés, dont les moindres n'étaient pas celles que causait l'hostilité des populations qui, ne se rendant aucun compte des opérations faites sous leurs yeux, y voyaient des actes contre-révolutionnaires, les commissaires de l'Académie étant pourvus de lettres de recommandation signées : Louis. A Lagny, par exemple, « un brave sans-culotte était offensé de notre titre d'académicien : « Il n'y a plus de *Cadémie*, nous répétait-il, plus de *Cadémie*, tout le monde est égal. Vous viendrez avec nous. » Ils étaient en armes, et nous n'avions que des raisons : la partie n'était pas égale. » (1)

Méchain fut parfois, lui aussi, assailli de difficultés de toute nature ; il fut, en particulier, victime d'un terrible accident qui faillit lui coûter la vie et dont il ne se remit jamais complètement. Il mourut prématurément en 1804, et, à n'en pas douter, les inquiétudes qu'il éprouvait sur l'exactitude de ses opérations ont avancé sa fin.

Quand la mesure de la méridienne fut terminée, le Directoire, à la demande de l'Institut, invita les pays alliés et amis à envoyer à Paris des savants qui prendraient connaissance de ce qui avait été fait et contribueraient à fixer authentiquement et solennellement les principales unités du nouveau système. Les royaumes de Danemark, d'Espagne et de Sardaigne, les Républiques Batave, Cisalpine, Helvétique, Ligurienne, Romaine et Toscane envoyèrent des délégués.

Deux de ces étrangers, Trallès et Van Swinden, furent choisis comme raporteurs. C'était du bon internationalisme.

Le résultat principal des travaux de ces savants français ou étrangers fut que la distance du Pôle à l'Equateur est 5.130.740 toises (c'est de la toise du Pérou qu'il s'agit). Par conséquent, le mètre vaut 3 pieds 11 lignes 296. Un mètre provisoire, créé par la loi du 1er août 1793, valait 3 pieds 11 lignes 442. La différence, soit 0 ligne 146, est insignifiante au point de vue du commerce, car elle vaut environ 0,3 de millimètre, mais elle ne peut être négligée par les savants.

De même, on trouva que le poids du décimètre d'eau distillée, prise au maximum de densité, vaut 18.827,15 grains, poids moyen de la pile totale de Charlemagne. Cette pile, alors conservée à la Monnaie, date en réalité du roi Jean, le second Valois (1). Elle se trouve maintenant au Conservatoire des Arts et Métiers.

Les étalons du mètre et du kilogramme furent présentés successivement au Conseil des Anciens et à celui des Cinq-Cents. C'est Laplace qui parla au nom de l'Institut. Après quoi, ces étalons furent déposés aux Archives de la République ; ils

(1) Ceci est tiré d'une lettre que Delambre adressa à Mme d'Assy, le 5 septembre 1792. Qu'on ne rie d'ailleurs pas trop de ce brave « sans-culotte ». Après la bataille de Fontenoy, qui remplit d'enthousiasme toute la France, l'Académie française s'adjoignit le héros victorieux, le maréchal de Saxe. Or, voici ce qu'il écrivait sans sourciller, quelques jours après son élection : « Ils m'ont mis de la Cadémie, ça me va comme une bag à un chat. »

(1) L'unité de poids actuelle est le gramme, dont nous ne rappellerons pas la définition, cette unité devait être notre kilogramme, qui se serait appelé *grave;* 1000 graves auraient formé un *bar*. Comme mesures auxiliaires, on aurait employé le *décibar* (100 graves) et le centibar (10 graves). Notre gramme se serait appelé *gravet*.

y sont encore. D'autres étalons, ainsi que tous les papiers relatifs à l'établissement du système métrique, confiés à la garde du Bureau des Longitudes, furent déposés à l'Observatoire.

Le système métrique, tel qu'on l'enseigne dans toutes les écoles primaires, avait donc reçu la consécration légale. Restait à le faire adopter par le public.

En France, comme ailleurs, celui-ci se composait en majorité de paysans illettrés qu'il était bien difficile d'amener à accepter un changement total d'habitudes, à faire usage de mots nouveaux à désinences régulières ; mais il faut dire à leur honneur que, dans d'autres catégories sociales, on n'était pas plus avancé qu'eux. Voici quelques lignes, extraites du *Moniteur* du 11 brumaire, an IX, qui permettent d'en juger :

« Enfin, les gens du monde, que la dissipation rend à peu près aussi incapables d'étude que le peuple, ont mieux aimé jeter du ridicule sur les mots grecs de notre nouveau Système métrique, que l'apprendre ; en conséquence, le négoce s'est bien gardé de présenter à ses acheteurs des mémoires comptés en poids et en mesures du nouveau système, ne voulant pas donner un prétexte de plus pour renvoyer leur paiement à l'époque où le progrès des lumières aurait permis d'entendre leur compte... »

Napoléon lui-même (1), ne voulant pas s'astreindre à un changement qui le gênait, décréta, le 12 février 1812, qu'il y aurait une toise valant exactement deux mètres et divisée en six pieds, comme l'ancienne, un livre valant un demi-kilogramme, un double boisseau valant 25 litres, etc.

C'était perdre le principal avantage du nouveau système, la division décimale. Cet état de choses, qui devait n'être que provisoire, dura jusqu'en 1840 et, lorsqu'on discuta la loi de 1837, qui décida qu'à partir du 1er janvier 1840 les dénominations du système métrique décimal seraient seules employées dans les actes publics, ainsi que dans les affiches et annonces, il s'éleva de nombreuses protestations qu'on n'écouta pas (2). On fit bien, on n'alla même pas assez loin, et il est regrettable qu'on n'ait pas adopté la proposition du baron de Morogues, qui aurait voulu que les fûts destinés à contenir les vins, cidres, eaux-de-vie, etc., fussent des multiples ou sous-multiples exacts de l'hectolitre. La barrique bordelaise, par exemple, qui contient environ 225 litres, aurait cessé d'être en usage.

C'est en 1837 seulement qu'on frappa une médaille en l'honneur du nouveau système. La frappe de cette médaille, sur laquelle on lit ces mots : « *A tous les temps : A tous les peuples !* » avait pourtant été décrétée le 19 frimaire, an VIII. Il est à noter que c'est aux frais d'un bon citoyen, M. P. M. Gonon, de Lyon, que fut gravée cette médaille exécutée par un autre Lyonnais nommé Perrin.

A l'étranger, les progrès du nouveau système furent encore moins rapides qu'en France; son origine révolutionnaire était un excellent prétexte pour les partisans de la routine, parmi lesquels on doit compter le petit-fils d'Euler, le géomètre Füss. Bessel, le plus illustre des astronomes allemands, n'était pas non plus bien disposé en faveur de l'œuvre de Delambre, de Méchain, de Lavoisier.

Mais les hommes passent, et la raison finit toujours par avoir raison. A l'époque de l'Exposition universelle de 1867, le monde savant et le monde industriel se prononcèrent nettement pour l'adoption définitive et universelle du système français. Les principales Académies firent savoir leur avis, les gouvernements agirent, on nomma des comités qui examinèrent en détail la question et, à l'heure actuelle, l'état des choses est le suivant :

Un Bureau international a été créé (1), il occupe le Pavillon de Breteuil, près de Sèvres. La France a cédé ce bâtiment, qui se trouve à l'entrée du parc de Saint-Cloud, et, avec ses dépendances, couvre une surface de deux hectares et demi. Par une convention diplomatique, ce terrain a été neutralisé. Mais cette neutralité eût-elle été respectée si, par malheur, des combats avaient eu lieu aux environs immédiats de Paris ? Cela est douteux.

Quoi qu'il en soit, voici ce qu'on fait à Breteuil :

D'abord, on conserve les étalons internationaux du mètre et du kilogramme,

Le mètre français, l'étalon des Archives, ne

---

(1) Chateaubriand voulut aussi protester, et, dans le *Génie du christianisme* il a écrit la phrase suivante, qui est d'une belle niaiserie : « Le calcul décimal peut convenir à un peuple mercantile, mais il n'est ni beau ni commode dans les autres rapports de la vie et dans les équations célestes. La nature l'emploie rarement, il gêne l'année et le cours du soleil; et la loi de la pesanteur ou de la gravitation, peut-être l'unique loi de l'univers, s'accomplit par le carré et non par le quintuple (!) des distances. »

Et une phrase pareille trouve des admirateurs !

(2) Les officiers du génie militaire et les ingénieurs des Ponts et Chaussées adoptèrent sans difficulté le nouveau système, qui simplifiait grandement leur tâche. Il n'en fut pas de même dans les arsenaux de la marine. On y faisait usage de règles divisées, d'un côté, d'après le système décimal, de l'autre, en pieds et en pouces. On ne consultait jamais que ce dernier côté, tant l'esprit de routine est fort; pour le vaincre, il fallut qu'un ministre qui avait passé par l'Ecole Polytechnique, le marquis de Clermont-Tonnerre, ordonnât la destruction des mesures qui rendaient encore possible l'emploi du vieux système.

(1) Voici, d'après le livre de M. Fighiera, la liste des directeurs successifs du Bureau : Govi, Italien (1875-1877), Pernet, Suisse (1877-1879), Broch, Norvégien (1879-1889), Benoît, Français (1889-1915). Depuis 1915, le Bureau est dirigé par M. Guillaume, citoyen suisse.

répond pas à sa définition primitive, autrement dit, il n'est pas la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre. Cette longueur ne sera jamais connue tout à fait rigoureusement, et, d'ailleurs, il est à peu près certain que les divers méridiens ne sont pas égaux entre eux. D'autre part, à la fin du XVIII[e] siècle, on ne savait pas travailler le platine aussi bien qu'aujourd'hui.

Il fut donc décidé qu'on construirait un nouvel étalon, propriété collective des nations associées. C'est une règle de forme assez singulière, dont la section par un plan perpendiculaire a la forme d'un X. Deux traits marqués sur la surface plane qui sépare les deux branches de cet X indiquent les extrémités du mètre. Le nouvel étalon est donc un *mètre à traits*, tandis que l'ancien était un *mètre à bouts*. On s'est d'ailleurs attaché à reproduire, aussi exactement que possible, la longueur de cet ancien étalon.

Le métal employé est un alliage de platine et d'iridium, qui a servi aussi pour le kilogramme international, qu'on a déduit du kilogramme des Archives dans son état actuel. Bien entendu, on ne fabriqua pas un seul mètre et un seul kilogramme, car il fallait que chacun des associés eût son couple d'étalons auquel il pourrait comparer, quand le besoin s'en ferait sentir, les étalons auxquels les mesures usuelles sont comparées journellement.

Ce fut une grande opération que de fondre une masse de 250 kilogrammes de platine, qui provenait des monnaies russes retirées de la circulation. Cette opération se fit à l'Ecole Normale le 6 mai 1873, et M. Thiers, qui conserva jusqu'à son dernier jour son insatiable curiosité intellectuelle, vint y assister. C'était Henri Sainte-Claire-Deville qui présidait à cette belle expérience, dont le succès fut complet.

Les deux étalons internationaux sont conservés, avons-nous dit, à Breteuil. Pour qu'ils soient en un lieu parfaitement sûr, on a creusé dans le rocher un caveau, dont la porte est garnie de trois serrures ; les clefs de celles-ci sont entre les mains du Directeur du Bureau, du Garde des Archives de France et du Président du Comité international des Poids et Mesures. Les étalons, enfermés dans des étuis qui les préservent de l'humidité, sont déposés dans une armoire de fer d'où on ne les tire que très rarement, et qui renferme encore quelques autres objets.

Le Bureau a d'ailleurs des attributions plus actives que cette garde ; il est chargé d'étudier les mètres et les kilogrammes qui doivent servir d'étalons dans le monde entier, et ce n'est pas une petite besogne ; aussi est-il pourvu d'une collection d'instruments de mesure vraiment incomparable. Il y a, en particulier, des balances qu'on ne peut voir sans éprouver un vif sentiment d'admiration. Les résultats des nombreux travaux de physique métrologique effectués au Bureau se trouvent dans une belle série de dix-sept volumes in-4°.

En somme, la cause de système métrique décimal est gagnée, car, d'après M. Fighiera, son usage est obligatoire dans 53 Etats différents, peuplés de 839.248.000 habitants, et il est facultatif dans 11 autres Etats, dont la population est 892.233.000 habitants, ce qui fait que la presque totalité de l'espèce humaine est obligée de se familiariser avec son emploi.

Les deux grands pays anglo-saxons comptent parmi les pays qui ont adhéré à la Convention du Mètre de 1875, ils prennent leur part des frais qu'exige le fonctionnement du Bureau, ils ont acquis un mètre et un kilogramme étalon, mais, chez ces deux peuples, le système métrique n'est pas obligatoire. Les Anglo-Saxons sont conservateurs et traditionnalistes. Ceci est fort bien, mais on doit pourtant admettre que la figure de ce monde change et en prendre son parti. En Amérique, le système métrique n'est imposé qu'aux pharmaciens, qui doivent faire leurs pesées en grammes et non pas en onces et en grains. Depuis le 1[er] janvier 1915, il en est de même en Angleterre.

Le malheur est qu'il y ait, parmi les Anglais, des hommes de haute valeur qui ne veulent pas entendre parler de l'abandon de leur système traditionnel. Tel fut Herbert Spencer, tel est M. Lloyd Georges qui, le 22 mars 1907, déclarait devant la Chambre des Communes que le système métrique avait subi en France un échec désespéré !

Cependant, le grand physicien lord Kelvin ne manquait pas une occasion de proclamer que l'Angleterre se faisait tort à elle-même en persistant dans ses habitudes.

Il existe, dans la Grande-Bretagne, deux sociétés, la *Decimal-Association* et la *British Weight and Measures Association* qui ont à leur tête les principaux adhérents du système décimal et du système traditionnel.

La seconde de ces Associations reconnaît toutefois que quelques modifications avantageuses pourraient être apportées au système anglais ; M. Guillaume nous apprend que « M. Allen propose de diminuer la livre poids de 3 pour 1.000, ce qui conduirait à une relation assurant aux poids et mesures britanniques l'un des éléments de coordination du système métrique. Voici cette relation :

« Masse de 1 pied cube d'eau = 62,5 livres, ou, le gallon étant le volume de 10 livres d'eau, 8 pieds cubes = 50 gallons. N'oublions pas que pour réaliser de semblables relations, il faudrait modifier une unité principale nécessitant le rajustage de tous les étalons. »

Moyennant quoi, on aurait tous les inconvé-

nients du changement sans en avoir les avantages (1).

Notre système décimal vaincra, parce que le devoir du commerçant et de l'industriel est de se régler sur les désirs de l'acheteur. Nos voisins souffrent déjà de leur attachement à leurs traditions; les machines construites en Angleterre éprouvent parfois des difficultés à s'introduire dans certains pays continentaux, par suite d'un détail auquel on n'avait pas tout d'abord songé, c'est que la visserie de ces machines n'est pas d'accord avec le système métrique ; il n'est donc pas besoin d'insister sur l'embarras où l'on peut se trouver si le commerce ne peut fournir des vis d'un modèle déterminé, quand il y a urgence à remplacer une vis usée ou brisée dans une machine d'ailleurs excellente, une voiture automobile, par exemple.

Les Anglais clairvoyants doivent donc faire des vœux pour que les efforts de la *Decimal Association* réussissent (1).

(1) Les Anglais voudront-ils rester en arrière des Arabes ? Une brochure, récemment publiée à Alger par M. Alany, nous apprend que, sans contrainte et par la seule force de la persuasion, nous avons pu obtenir des indigènes la substitution du système métrique aux moyens primitifs en usage avant 1830.

(2) Le temps a rendu nécessaire l'introduction de nouvelles unités de mesure correspondant aux besoins de notre époque. Sur ce point, nous renvoyons à l'*Annuaire* du Bureau des Longitudes.

Un décret du 26 avril 1929 a créé une Ecole des Poids et Mesures, établie au Conservatoire des Arts et Métiers. Là se forment les ingénieurs de Poids et Mesures, institués par décret le 5 avril 1929; ils se recrutent parmi les anciens élèves des grandes Ecoles scientifiques et techniques, ainsi que parmi les vérificateurs ayant subi avec succès les épreuves d'un concours spécial. Le directeur de cette Ecole est M. Lemoine.

LES MALADIES PARASITAIRES A MADAGASCAR

par H. POISSON

Directeur du Laboratoire central du Service vétérinaire à Tananarive

Les affections dues aux parasites végétaux ou animaux, soit externes, soit internes, sont d'introduction relativement récentes et sont fonction du développement de la colonisation européenne.

Aux époques anciennes, pleistocène et subactuelle, il est fort possible, probable même, que les maladies parasitaires existaient, mais certainement en nombre restreint, et dues à des espèces d'animaux ou de plantes peut-être disparus, probablement assez différents de ceux de notre époque ; en tous cas, la flore et la faune des prédateurs étaient certainement assez pauvre.

Sans doute, nous ne connaîtrons jamais les parasites de l'Aepyornis, de l'Hippopotame malgache, ou des grands Lémuriens, pas plus que nous ne pouvons imaginer ceux des Dinosauriens des temps mézozoïques.

C'est à l'époque des grands voyages qui ont suivi la découverte du Nouveau Monde que les navigateurs européens ont touché Madagascar amenant à bord de leurs navires, des animaux domestiques, en particulier des porcs.

Les bœufs à bosse ou zébus sont d'importation plus ancienne, venus vraisemblablement d'Afrique.

C'est pendant le XIX^e^ siècle que les relations de Madagascar avec les pays sud-africains, avec l'Europe furent de plus en plus suivies et les animaux domestiques introduits augmentèrent considérablement en nombre et en espèces (1). Chevaux, bovins, ovins, caprins, porcins et volailles se répandirent un peu partout, dans les ports d'abord, et ensuite dans le Centre.

Mais surtout, c'est à partir de la conquête française et en particulier depuis une dizaine d'années que l'on a commencé à remarquer la présence des parasites tant externes qu'internes.

Ceci tendrait à prouver que l'on ne connaît actuellement que peu de choses sur les parasites autochtones ; en effet, toutes les espèces étudiées jusqu'à ce jour sont des types européens sauf peut-être la *Davainea madagascariensis* constaté chez l'homme, à Mayotte, en 1869 et qui paraît lui-même fort rare (2).

(1) Voir pour détails : GRANDIDIER. Collection des ouvrages anciens concernant Madagascar, 9 volumes, Paris de 1903 à 1920. Grandidier rapporte également que Jean Laborde a importé des bœufs normands et bretons qui ont formé la race que les indigènes appellent « omby rana ». Il a fait venir des mérinos, des moutons d'Egypte des antilopes qui étaient parquées en face de la magnanerie (à Mantasoa). Extrait de G. GRANDIDIER : Le Myre de Villers, Duchesne, Galliéni, 40 années d'istoire de Madagascar 1880-1920, Paris 1923, un vol. in-8° 252 pages. Documents annexes, Jean Laborde, page 224.

(2) Voir JOYEUX et BAER. Les Cestodes rares de l'homme. Bulletin de la Société de Pathologie exotique, 1929, p. 123.

Il est bien évident que dans leur nouvel habitat tropical et insulaire, les parasites prendront avec le temps des caractères morphologiques et biologiques nouveaux ; certains types par mutation les prendront peut-être brusquement et c'est ce qui pourra donner lieu à la description d'espèces ou de variétés nouvelles mais qui resteront bien près quand même du type spécifique initial.

A ce point de vue, les formes vivantes simples comme les Champignons seront les premières qui se seront modifiées en s'adaptant au milieu malgache ; c'est ce qui explique pourquoi chez l'homme et chez les animaux il y a tant de formes de mycoses internes ou externes (dermatomycoses en particulier) que l'on peut rencontrer à Madagascar.

Leur étude est d'ailleurs fort difficile et demande une spécialisation dans les sciences cryptogamiques particulières. Les beaux travaux entrepris de 1909 à 1928 par le docteur Fontoynont et le vétérinaire Carougeau ont montré la richesse des formes parasitaires du groupe des Champignons, et ces auteurs n'ont étudié que quelques mycoses ; dans ce domaine il y a encore beaucoup à chercher, à trouver, à décrire et à guérir, tant dans le champ de la médecine humaine qu'en art vétérinaire.

Ce n'est que depuis quelques années que l'on a pu créer des Laboratoires de recherches à l'Institut Pasteur, au service vétérinaire, à l'Ecole de médecine, encore ne sommes-nous qu'au début de notre fonctionnement et si nous sommes à peu près pourvus en matériel, nous manquons presque totalement de personnel scientifique spécialisé.

*
* *

Dans le monde animal nous retrouvons une grande partie des parasites des autres pays tropicaux surtout dans les groupes des Protozoaires et des Vers: Amibes, Spirochètes, Treponèmes, Coccidies, Plasmodium, Piroplasmes, Anaplasmes, Rickettsia, Cestodes, Nématodes, Trematodes et Acanthocéphales, abondent chez nos animaux domestiques et chez l'homme.

Il est à noter cependant que les trypanosomiases si largement répandues en Afrique et dans la zône intertropicale des deux hémisphères manquent totalement chez l'homme et le bétail et ne sont représentées que par quelques espèces chez le rat, les batraciens ou chez les végétaux comme les Euphorbes, dont les laticifères sont envahis par *Leptotonas Davidi* (1). L'embranchement des Vers (Cestodes, Trematodes et Nemathelminthes) fournit un très grand nombre de genres et d'espèces parasites et se rapportant généralement à des types d'Europe : les cysticercoses, les distomatoses, ascaridioses, spiruroses, etc., sont dues aux mêmes parasites que dans la métropole, avec queulques particularités biologiques spéciales qu'il est intéressant de constater.

C'est ainsi, par exemple, que la ladrerie porcine, due au *Cysticercus cellulosae* a suivi comme aire de dispersion celle de propagation de l'élevage du porc dans la colonie.

Dans les contrées comme les Hauts Plateaux où le porc est élevé depuis fort longtemps déjà, la maladie, loin de décroître, va au contraire en augmentant, comme le montrent les pourcentages de saisies faites dans les abattoirs et usines ou tueries.

Cela tient à ce qu'en dépit de toutes circulaires visant le poids sanitaire de cette maladie, les porcs continuent à s'infecter en toute liberté par coprophagie et que, sans précaution également, l'indigène s'infecte en consommant de la viande de porc ladre que ses idées superstitieuses lui font regarder comme supérieure à la chair saine.

Le grand propagateur de cette maladie, c'est l'homme, et si cette affection est devenue très rare en France et dans pas mal de pays européens, il sera très difficile avec les habitudes et la mentalité des malgaches, malgré tous les enseignements donnés, de faire disparaître cette affection qui compromet en partie le succès d'une industrie animale très florissante.

La distomatose au contraire (et c'est là une opinion toute personnelle) ne paraît pas devoir revêtir le caractère de gravité qu'elle a dans les pays tempérés de l'hémisphère Nord.

D'ailleurs, l'hôte intermédiaire, *Limmea natalensis*, se rencontre abondamment dans les marais et les rizières (1).

Tous les ovins qui ont succombé à la distoma-

(1) Le Dr Girard, Directeur de l'Institut Pasteur de Tananarive a constaté chez les rats de Madagascar la présence de *Trypanosoma Lewisi* et chez les grenouilles celle de *T. Rotatorium*.

En 1909, M. Lafont a signalé la présence de Flagellés dans le latex de certaines Euphorbes de Maurice.

On a retrouvé (Carougeau, Le Fur) ce parasite à Diégo-Suarez, Nossi-Bé, Majunga et Tamatave; les plantes envahies appartenaient toutes à des espèces herbacées (*E. pililifera*, *E. thymifolia*). Voir sur cette question : *Revue Scientifique*, 9 décembre 1911 et *Bull. Soc. Path. Exot.*, IV, p. 464.

Voir aussi : Mesnil. La Flagellose ou leptomoniase des Euphorbes et des Asclépiadées. *Ann. Sc. Nat. Botanique*, 16e série, III, 1921. Nobécourt. Maladies causées par les Protozoaires chez les végétaux. *Bull. bi-mensuel Soc. Linnéenne de Lyon*, 7 juin 1923, p. 77. Magrou. A propos de la flagellose des Euphorbes. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1922, p. 58.

(1) H. Poisson et Advier. Note sur une limnée de Madagascar et sur les cercaires qu'elle héberge. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1929, p. 523.

tose étaient des moutons importés qui avaient était déjà infectés dans la métropole (1).

Mais si l'on a constaté à plusieurs reprises la distomatose à Madagascar, elle ne s'y est pas maintenue et il est assez vraisemblable de croire que cela tient à des conditions climatériques.

Comme la plupart des pays de la zone intertropicale, Madagascar a deux saisons, l'une chaude et humide, de décembre à mars, l'autre, sèche et froide, d'avril à novembre. Or, pendant la saison hivernale le soleil luit beaucoup et la dessiccation de bien des mares et marais se produit entraînant la mort soit des Limnées, soit des cercaires de Trématodes peu résistants à la sécheresse.

En France, les conditions de climat sont inverses, l'été est assez sec et chaud, l'hiver, froid et pluvieux ; en outre, la richesse en rayons ultra-violets, parasiticides et bactéricides, est beaucoup plus grande dans la colonie qu'en Europe.

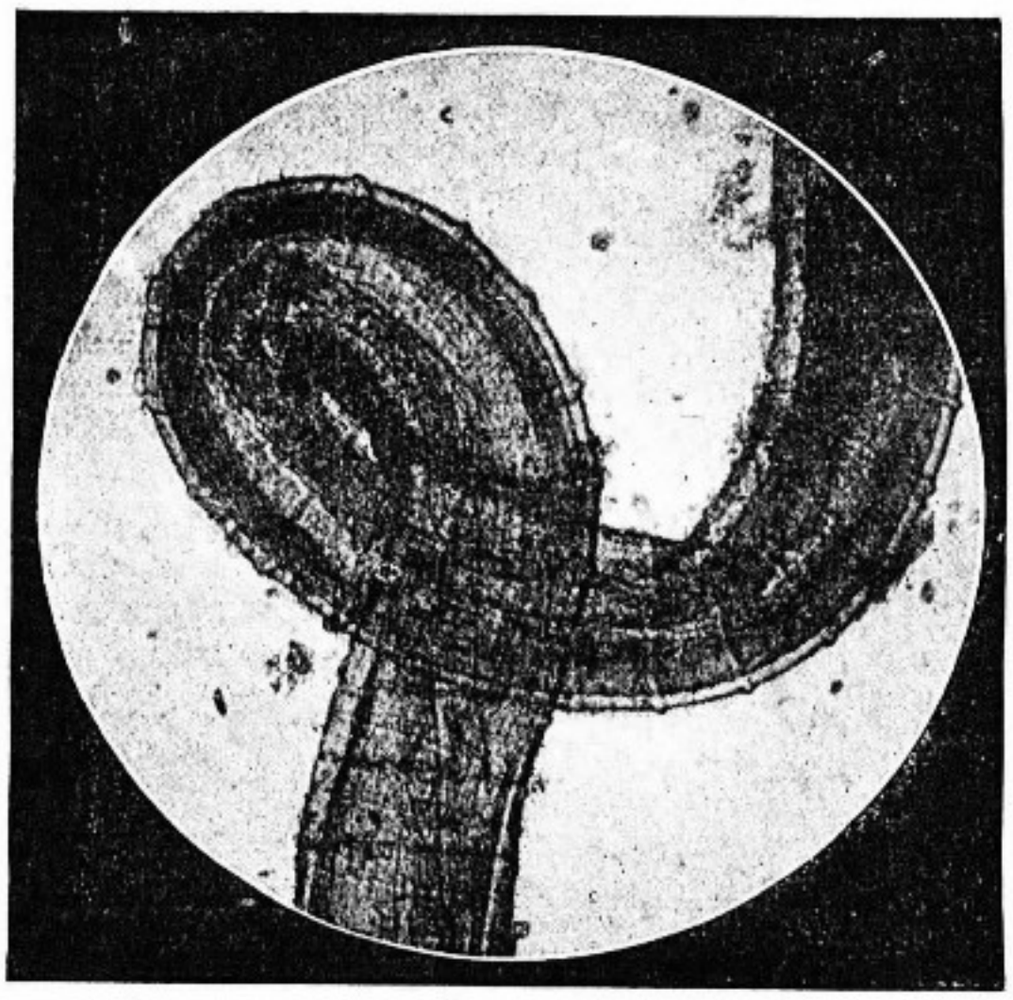


Fig. 1. — Fragment d'*Onchocerca Bovis* Nematode de la famille des Filarides. Ligament cervical du Zébu.
Pièce envoyée par le vétérinaire Chaillot de Diégo Suarez (abattoir)
Préparation et cliché : H. Poisson ; Grossissement : 20 fois.

Ces conditons atmosphériques très différentes expliquent à mon sens pourquoi les distomes qui ont une évolution larvaire compliquée voient leur pullulation entravée du fait du climat.

(1) H. Poisson. Note sur la distomatose des moutons à Madagascar. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1929, p. 521.

*
* *

Il est un autre fait intéressant à rappeler : c'est la résistance des animaux domestiques autochtones ou adaptés depuis longtemps à la colonie aux invasions parasitaires. Il est courant par exemple de constater chez les porcs sacrifiés aux abattoirs une quantité de Strongylides (*Metastrongylus apri*) dans les poumons, sans que ces animaux paraissent en souffrir. Récemment je constatais qu'une ladrerie massive, avec environ 12.000 cysticerques, n'avait

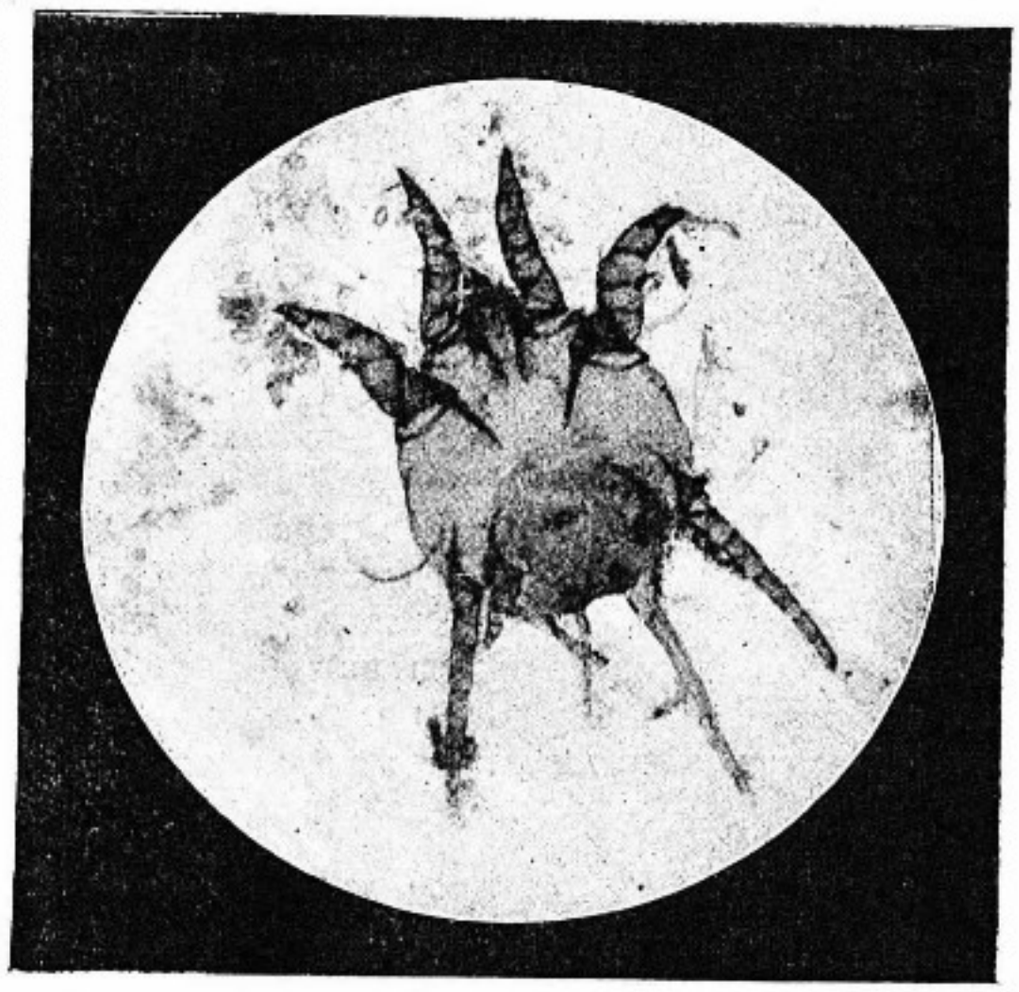


Fig. 2. — *Psoroptes Communis* variété *Bovis* : Gale du bœuf. — Acarien pris sur les lésions de l'encolure d'un zébu. — Clinique du service vétérinaire. — Grossissement : 100 fois.— Cliché : H. Poisson.

en rien modifié l'état d'embonpoint et l'état de santé apparent de l'animal sacrifié.

Les volailles indigènes qui hébergent des Ascaridés et des Cestodes en meurent rarement.

Le zébu malgache du Sud quand il est jeune prend l'anaplasmose et la piraplasmose par les tiques et généralement n'en meurt pas. On avait remarqué que si l'on amenait brusquement un zébu du Sud dans la région centrale, il ne tardait pas à y mourir de piroplasmose et d'anaplasmose, par suite de nouvelles piqûres de tiques dont l'action nocive dépassait son immunité acquise. Si, au contraire, on procédait à ce voyage par étape et par années en amenant les animaux d'abord à Betroka, puis l'année suivante à Ambalavao, enfin, après la troisième année, en Emyrne, l'immunité acquise dans le pays d'origine se renforçait et le zébu ne mourait plus.

Par contre, les animaux récemment venus de France succombent assez souvent à la piroplas-

mose, à l'anaplasmose (1) dès qu'ils sont envahis par des tiques.

Le mouton indigène vit dans des régions infestées d'*Amblyomma variegatum* et résiste généralement, alors que les mérinos importés succombent à la « Heart-Water ».

Cependant, la pauvreté des pâturages en saison sèche conduit souvent les animaux à un état de maigreur qui voisine avec la misère physiologique.

On doit donc admettre qu'il existe une sorte d'immunité contre les invasions parasitaires, contre leur pouvoir inoculateur, contre leur action vulnérante ou prédatrice chez les animaux de l'île.

*
* *

Si, dans les affections vermineuses, les adultes se défendent avec avantage, il y a une forte mortalité dans certaines régions sur les jeunes : l'*Ascaris vituli* tue une assez forte proportion de veaux et l'*Ascaris suum* de porcelets.

Les Ascaridioses et quelques Cestodes comme le *Moniezia expansa* sont les types des affections parasitaires qui tuent par obstruction intestinales.

On trouve aux autopsies des intestins bourrés d'Ascarides, chez les animaux les plus variés : *Parascaris equorum* chez les poulains ; *Ascaris vituli* chez le veau ; *Ascaris suum* chez le goret ; *Heterakis columbæ* chez le pigeon ; *Ascaridia perspicillum* chez la poule pour ne citer que les plus communs, auxquels on doit ajouter l'*Ascaris lumbricoïdes* de l'homme d'ailleurs très voisin sinon identique à celui du porc (2).

*
* *

A Madagascar, certaines affections parasitaires sont localisées à une région. C'est ainsi, par exemple, que le *Stephanurus dentatus*, Nématode vivant dans le tissu adipeux périrénal du porc est très répandu dans le nord de l'île (Diégo-Suarez, Majunga, pays Sihanaka) et exceptionnel dans la région centrale.

Il en est de même d'une tique : *Ornithodorus moubata*, très abondante au pays sakalave, qui transmet à l'homme la fièvre récurrente (spirochètose due à *Treponema Duttoni*) et dont l'aire de dispersion s'étend en longueur de Morondava à Majunga, mais ne dépasse pas à l'Est la falaise archéenne qui forme la bordure occidentale des Hauts Plateaux.

*
* *

La dispersion des parasites externes, en particulier, a lieu par la négligence, l'incurie de l'indigène, sa superstition et son indolence.

Dans tout Madagascar, quelque soit sa race, le malgache est sale, les soins ou prescriptions hygiéniques lui sont inconnues ou l'ennuient ; quand on lui demande de nettoyer les rues de son village, de tenir sa case propre, de se laver et de se vêtir convenablement lui et les siens, il n'oppose aux raisonnements qu'un silence indifférent ou bien s'il obéit, il y voit une contrainte dont il se débarrassera dès qu'il pourra.

L'éducation des peuples indigènes est presque entièrement à faire sur ce point et en ce qui concerne les animaux il en est de même ; le mépris que beaucoup de malgaches professent pour le travail fait qu'il ne donne aucun soin à ces animaux ; si, dans les villes du Centre, il leur donne à peu près à manger, dans la brousse le bétail, les volailles se nourrissent de ce qui leur tombe sous la dent ou dans le bec.

L'indifférence indigène va loin : il y a à Tananarive même de riches malgaches propriétaires de chevaux de valeur qui ne prennent pas soin de détiquer leurs animaux, quoique sachant très bien que ces tiques peuvent transmettre au cheval la lymphangite ulcéreuse, maladie toujours grave, parfois mortelle dans ce pays.

Bien des malgaches savent que les puces transmettent la peste mais ne feront rien pour se débarasser de ces parasites, un grand nombre ont une peur non dissimulée de la vaccination.

Il y a dans les croyances indigènes un esprit traditionnel fait de routine. Leurs ancêtres vivaient ainsi et la coutume ou « fomba » indique que l'on doit faire ainsi.

Les peuplades de la brousse ont encore davantage la répulsion de nos interventions médicales qu'elles ne comprennent pas et cette répulsion ancestrale et native est faite de crainte et de superstition. Il faudra de longues années pour voir évoluer les indigènes ; sans doute, il y a déjà, depuis 30 ans, d'heureuses exceptions et des gens dévoués dans le corps médical indigène : la vérité se fera jour peu à peu.

*
* *

Parmi les parasites externes, les Tiques sont, avec les poux et les puces, les plus répandus. La tique bleue et l'*Amblyomma variegatum* sont les deux espèces les plus fréquentes. Les tiques transmettent la piroplasmose et l'anaplasmose aux bovidés, l'Heart-Water aux moutons, le bacille de Preiz-Nocard, agent de la lymphangite ulcéreuse, au cheval. Cette dernière maladie a

(1) Voir : Garougeau. Des maladies dans l'acclimatement des animaux importés. Existence de l'anaplasmose à Madagascar. *Bull. Soc. Sc. Méd. de Madagascar*, 1913, 1er sem., p. 31.

(2) Voir : Lamoureux. Un cas d'Ascaridiose mortel (132 ascaris chez un Comorien à Majunga). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1912, p. 842.

fait le plus grand tort à l'élevage de cet animal dans tout Madagascar et, dans certaines provinces, comme à Tuléar, l'a fait complètement abandonner.

La pullulation des tiques par les piqûres faites à la peau avec leur rostre est une cause non négligeable de la dépréciation des cuirs.

Le service vétérinaire a commencé à construire dans ces fermes zootechniques des bains détiqueurs mais là encore il y a toute une éducation de l'indigène à entreprendre.

*
* *

D'ailleurs, en dehors des maladies parasitaires proprement dites et vis-à-vis des maladies microbiennes, le cheptel de Madagascar par son habitat insulaire, est dans une situation sanitaire assez privilégiée. On n'y constate pas de peste bovine, pas de trypnosomiases, pas de péripneumonie, ni de rouget du porc, pas de charbon symptomatique, en un mot à part la tuberculose et le charbon bactéridien, les grandes épizooties destructices en masse du bétail y sont inconnues.

La tuberculose existe mais dans un avenir prochain on peut espérer la combattre par la vaccination au B. C. G. ; si cette pratique est encore à ses débuts, les résultats qu'elle semble donner sont suffisamment encourageants pour qu'on persévère dans sa pratique et qu'on l'étende de jour en jour.

Le charbon bactéridien qui constituait sous l'ancienne monarchie hova l'épizootie la plus grave est maintenant victorieusement combattu par la vaccination à laquelle viennent d'une manière suivie et progressive les propriétaires indigènes.

Les affections vermineuses y sont nombreuses et la liste placée ci-après, en appendice, par espèces animales et par appareils en montre l'importance et le nombre ; mais, sans vouloir être trop optimiste, on peut dire que leur danger est plutôt d'ordre économique que sanitaire.

En effet, les pertes en jeunes animaux, et ce sont ceux-là surtout qui paient le tribut le plus fort aux maladies parasitaires, affaiblissent en nombre les espèces animales, frappent les races améliorées, celles récemment importées qui constituent l'élément de perfection des races autochtones.

Ces maladies retardent l'évolution du bétail malgache vers un avenir zootechnique meilleur et c'est, par là-même, la richesse de la colonie qui en pâtit.

*
* *

Pour lutter avec avantage contre les maladies parasitaires, il faut d'abord bien les connaître et l'étude au Laboratoire démontre tous les jours que chaque fois que l'on recherche systématiquement dans une espèce animale donnée, dans tous les appareils de l'économie, des parasites, l'on en trouve.

Il faut ensuite déterminer leur valeur pathologique, on pourrait dire l'indice pathologique de chaque espèce, certains étant plus commensaux que parasitaires véritables.

Les conditions biologiques de la vie des parasites et leur dispersion géographique dans l'île, fonction du sol et du climat propre à chaque région, à chaque espèce, sont soigneusement recherchée surtout en vue des mesures prophylactiques.

Une directive générale peut être de prime abord donnée : dans tous les climats chauds et humides et où les eaux sont stagnantes, il y aura pullulation de parasites.

Les terrains secs sont moins parasités que les aires marécageuses. Il y a cependant à cela quelques exceptions, certains parasites étant xérophiles. C'est le cas du *Sarcopsylla gallinacea* ou chique des volailles, qui est très répandue dans les régions arénacées de la côte Sud-Ouest et tue par anémie les jeunes poussins pendant la saison sèche.

La connaissance des hôtes intermédiaires indispensables au développement larvaire de certains parasites doit être utilement mise à profit pour la destruction.

On a constaté, par exemple, qu'en Nouvelle-Galles du Sud, on peut sans danger pour l'homme ou les animaux mettre dans les mares envahies de limnées ou de Planorbes, du sulfate de cuivre à la dose de 225 gr. pour 15.000 litres d'eau.

A Madagascar, le porc est parasité à très forte dose (60 %) dans son tube digestif par un Acanthocéphale le *Giganthorhychus hirudinaceus* dont l'hôte intermédiaire est la larve d'un Coléoptère du genre *Encya* (Hanneton malgache); c'est en ingérant ces larves que les porcs se contaminent.

Les porcs également, en ingérant des excréments, avalent des Coléoptères du groupe des Bousiers (*Oniticellus*, *Heteronychus*, etc.), qui contiennent des larves d'un Nématode de la famille des Spiruridés : le *Physocephalus sexalata.*

Le premier de ces parasites détermine une entérite grave chez les jeunes, moins dangereuse chez les adultes (échinorhychose), mais qui a pour effet de rendre inutilisable pour la charcuterie les boyaux, d'où perte économique notable.

Le second entraîne dans l'estomac une gastrite grave qui amène souvent la mort par cachexie.

Or, il est facile de lutter contre ces deux affections en détruisant les larves et les insectes parfaits.

*
* *

Enfin, la lutte contre les maladies parasitaires doit se faire par une action directe contre eux.

De nombreuses médications anti-galeuses, anti-tiqueuses, anti-helminthiques, sont universellement connues, mais leur emploi n'est pas toujours facile avec le cultivateur indigène, car la plupart sont toxiques.

Il est heureusement possible, dans ce pays riche en espèces botaniques médicinales, de trouver des plantes anti-parasitaires. Deux de ces espèces possèdent des propriétés anti-helminthiques remarquables, ce sont le *Chenopodium ambrosioïdes* ou Taimborosiloza et le Voatamenaka (1).

Les propriétés de la première espèce ont été étudiées depuis très longtemps (2). C'est une huile essentielle, l'huile de Chenopodium qui en est le principe actif. Cette plante croît un peu partout dans l'île.

Le second nom indigène correspond à trois espèces de Combrétacées dont les graines ont des propriétés vermifuges à la dose de 6 ou 7 graines au maximum. Ce sont le *Quisqualis madagascariensis* et les *Combretum pacycladum* et *C. phaneropetalum*.

En ce qui concerne les ingrédients chimiques, il sera nécessaire qu'ils soient présentés sous une forme simple et d'emploi facile. En Afrique du Sud, par exemple, on a recours à des pastilles contre les vers du mouton et là encore l'éducation du cultivateur est à faire.

*
* *

C'est par la propagande (cinéma, expositions, images, conférences) que l'on pourra arriver à faire l'éducation du public malgache, par l'exemple des conditions de vie et de traitement des animaux de nos fermes, par la multiplication et l'équipement des animaux de nos fermes, par la multiplication et l'équipement de nos laboratoires, de nos stations zootechniques et la spécialisation de leur personnel, que l'on arrivera à vaincre les maladies parasitaires et à faire du cheptel malgache de plus en plus amélioré un capital économique de haute valeur, pendant que les médecins amélioreront la race malgache.

Mais jamais la maxime « *Ars longa, vita brevis* » ne fut plus vraie. Cette œuvre est grandiose, elle nécessite les efforts non seulement de l'administration mais encore de plusieurs générations de biologistes, de médecins, de vétérinaires, d'agronomes, de chimistes, etc.

Commencée au lendemain de la conquête française, elle a été l'œuvre d'abord de nos devanciers, travailleurs et savants de la première heure qui ont dû opérer dans les conditions les plus précaires et dont cependant les travaux sont remarquables.

Plusieurs de ces hommes sont morts à la peine, d'autres y ont consacré la plus grande partie de leur existence souvent au détriment de leur santé.

Dans le champ de bataille qui se livre d'une part entre les ennemis de l'homme et des animaux et d'autre part l'homme lui-même, il y a des apôtres et des martyrs.

Le livre d'or des biologistes français de Madagascar a de bien belles pages, à nous et à ceux qui nous suivront de continuer la tradition dans la plus grande France.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

La documentation précise et détaillée de ce qui a été publié sur la parasitologie de Madagascar est considérable et dispersée dans un grand nombre de revues, brochures, ouvrages et périodiques scientifiques divers.

C'est pourquoi j'ai pensé faire œuvre utile en indiquant ici simplement les principales sources.

1° *Revues éditées dans la colonie.*

On lira avec fruit ce qui a paru dans :

a) *Le Bulletin de la Société des Sciences médicales de Madagascar.* Tananarive. Ce périodique a paru de 1909 à 1916 et fut interrompu pendant la guerre ; repris en 1926 (2e série), il en fut imprimé 3 fascicules (1, 2, 3), puis la Société devint une filiale de la Société de Pathologie exotique qui publie depuis 1927 les travaux de cette Société.

b) *Le Bulletin économique de Madagascar*, qui paraît régulièrement depuis 1901 (y consulter particulièrement les numéros hors série qui sont des opuscules bibliographiques, N° hors série 1926 ; Jaeglé et Decary, Tables de 1901 à 1925, N° hors série 1927 ; Jaeglé, Essai de bibliographie 1905-1927.

N° 2. 1928. Jaeglé, Suite à un essai de bibliographie, N° hors série 1929. Jaeglé, Contribution à un essai de Bibliographie 1905. 1929 suite).

c) *Notes, reconnaissances et explorations.* Ce périodique a paru du 1er février 1897 au 31 décembre 1900 et s'est fusionné ensuite avec la *Revue de Madagascar.*

(1) Advier. Note sur deux anti-helminthiques malgaches. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1929, p. 388.

(2) Heckel. Les plantes utiles de Madagascar. *Taimboronsiloza*, p. 204 ; *Voatamenaka*, p. 209.

APPENDICE.

Liste des principaux parasites de Madagascar de l'embranchement des vers.

Espèces animales	Noms des Parasites	Habitat
CHEVAL	Parascaris equorum	Intestin grêle.
	Habronema megastoma	Estomac.
	Habronema microstoma	Estomac.
	Strongylus equinus	Gros intestin.
	Trichonema tetracanthus	
	Gastrodiscus ægyptiacus	
BŒUF	Cysticercus bovis	Muscle.
	Cysticercus tenuicollis	Péritoine.
	Echicoccus granulosus	
	Setaria labiato-papillosa	
	Trichuris affinis	Gros intestin.
MOUTON	Fasciola hepatica	Foie.
	Dicrocoelium dendriticum	
	Moniezia expansa	Intestin grêle.
	Stilesia hepatica	Foie.
	Cysticercus tenuicollis	Péritoine.
	Haemonchus contortus	Caillette.
	Œsophagostomun columbianum	Gros intestin.
CHEVRE	Cysticercus tenuicollis	Péritoine.
	Nematodirus filicollis	Intestin grêle.
PORC	Echicococcus granulosus	Foie.
	Cysticercus cellulosae	Muscle.
	Cysticercus tenuicollis	Péritoine.
	Ascaris Lumbricoides	Intestin grêle.
	Gnathostoma spinigerum	Estomac.
	Physocephalus sexalata ytephanurus dentatus	Estomac et intestin grêle.
	Metastrongylus apri	Bronches.
	Œsophagostomun dentatum	Gros intestin.
CHIEN	Dipylidium caninum	Intestin grêle.
	Diphyllobothrium latum	
	Tænia hydatigena	
	Toxocara canis	
	Toxascarus limbata	
	Spirocerca sanguinolenta	Œsophage et aorte.
CHAT	Toxocara mystax	Œsophage et aorte.
RAT	Cysticercus fasciolaris	Foie.
LAPIN	Cysticercus pisiformis	Péritoine.
LEMURIENS	Echinococcus granulosus	Intestin.
POULE	Ascaridia perspicilum	Intestin.
	Heterakis gallinæ	Cæcum.
	Syngamus trachealis	Trachée artère.
CANARD	Ascaridia perspicillum	Intestin.
	Heterakis gallinæ	Cæcum.
	Heterakis dispar	
DINDON	Ascaridia perspicillum	Intestin.
	Heterakis gallinæ	Cæcum.
PIGEON	Raillietina columbæ	Intestin grêle.

d) *Bulletin de l'Académie malgache.* Tananarive, paraît régulièrement depuis 1902.

e) *Antananarivo Annual,* périodique anglais. *Tananarive annuel,* qui a paru de 1875 à 1900 mais qui n'a pas paru ni en 1879, ni en 1880.

Y consulter : *Medical Work in Madagascar by a non professional* (1884, pages 11 et 27).

f) *Revue agricole et vétérinaire.* Tananarive. Ce périodique a paru de novembre 1916 à fin 1923.

2° *Revues éditées en France.*

Revue de Madagascar (éditée par le Comité de Madagascar à Paris, de 1899 à 1912).

On consultera aussi avec avantage différents travaux parus dans les périodiques suivants :

Archives de Parasitologie.
Annales de Parasitologie.
Bulletin de la Société de pathologie exotique.
Bulletin de l'Institut Pasteur.
Comptes rendus de la Société de biologie.
Revue générale de médecine vétérinaire.
Revue vétérinaire.
Recueil de médecine vétérinaire.
Recueil de médecine vétérinaire exotique.

et encore beaucoup d'autres périodiques scientifiques.

3° Enfin les indications précieuses seront trouvées dans les deux volumes de G. Grandidier. *Bibliographie de Madagascar.* Paris, 1905 ; table détaillée, vol. II, page 867.

Comme beaucoup des périodiques anciens sont parfois très difficiles à trouver, les lecteurs qui auraient besoin d'une documentation parasitologique pourront s'adresser à l'auteur de cet article, directeur du Laboratoire central du Service vétérinaire à Tananarive, dont les nombreuses références bibliographiques permettront de répondre aux demandes.

LES CARBURANTS ET LA CARBONISATION A BASSE TEMPÉRATURE

par Edmond MARCOTTE

La recherche de carburants synthétiques de remplacement a mis, depuis une dizaine d'années, la carbonisation à basse température au premier plan de l'attention des techniciens et des industriels. Nous avons eu l'occasion de traiter ces deux questions assez complètement dans la *Revue Scientifique.* Nous avons même écrit sur les lignites, un ouvrage dont les trois quarts sont consacrés à la carbonisation et à la récupération des sous-produits (1). Si nous y revenons aujourd'hui, c'est seulement pour indiquer les perfectionnements et les enseignements de la pratique dans les cinq dernières années, du moins ce que nous en savons.

D'une manière générale, les inventeurs se sont plutôt attachés à la récupération des sous-produits et à la fabrication des carburants de *synthèse.* C'était là une proposition dont l'intérêt semblait évident: le carburant naturel manquait, tandis que les autos et les avions se multipliaient ; on ne risquait pas la surproduction et tirer, de la houille, du lignite ou de la tourbe, des essences carburantes, ne pouvait être qu'une bonne affaire. Nous croyons savoir que, malheureusement, aucune des formules mises en avant pour la fabrication synthétique des carburants n'a donné encore des résultats sur le plan industriel, c'est-à-dire des bénéfices capables de rémunérer les actionnaires.

Certaines formules sont pourtant intéressantes, même au point de vue économique, mais leurs inventeurs ont été trop vite ; ils partaient de produits *qui n'existaient pas encore sur le marché* (les sous-produits bruts de la carbonisation à basse température) pour les transformer en des surproduits. Il faut, d'abord, obtenir les produits bruts et pour cela, avant toute synthèse, il est indispensable de carboniser des combustibles en quantité industrielle, c'est-à-dire en grande masse.

A priori, la carbonisation à basse température paraît très simple, indigne même de l'attention d'un chimiste. C'est, d'ailleurs, surtout un physicien, doublé d'un chimiste, d'un mécanicien, d'un architecte, et d'un constructeur, qu'il faut : la construction et la mise au point d'un four nouveau est l'un des problèmes les plus difficiles qu'on puisse résoudre, surtout s'il

(1) Les lignites et leurs applications industrielles, Gauthier-Villars.

s'agit d'un four à grand débit. Et lorsqu'on veut ainsi pratiquer la carbonisation à basse température, on s'aperçoit que de nouveaux problèmes surgissent, aussi malaisés que le problème principal. Si le combustible est humide, le séchoir exigera autant d'efforts (et d'argent) que le four. Le meilleur four avec le meilleur séchoir ne serviraient à rien si l'extraction du combustible n'était pas, d'abord, assurée. Comme on songe de préférence à des combustibles inexploitables autrement que par cette carbonisation spéciale, le gisement plus ou moins souterrrain n'a encore que des moyens d'extraction rudimentaires s'il en existe. Même dans le cas de gîtes superficiels, l'installation d'appareils mécaniques puissants pour l'extraction continue et à grand débit d'un combustible quelconque, constitue un autre problème, tout différent des précédents, mais parfois encore plus délicat, car sa solution n'est pas la même dans un lieu et dans un autre.

Nous n'en donnerons qu'un exemple ; j'étais ingénieur-conseil d'une Société minière qui possédait un très important gisement à très faible profondeur dans une vaste plaine à terrain sableux. L'extraction par découverte des morts-terrains s'imposait et, comme le débit prévu était énorme, il fallait des engins particulièrement puissants. Un membre du Conseil d'administration préconisait pour cela des pelles à vapeur à très long bras qui pouvaient, en effet, dans la même demi-rotation, découvrir le combustible d'un côté de la tranchée et remblayer le vide formé de l'autre côté par l'enlèvement du combustible ; la pelle à vapeur avançant ainsi lentement au fond de l'énorme tranchée d'une dizaine de mètres de profondeur. Le seul type de pelle mécanique capable, à cette époque, de remplir un pareil programme, était en exploitation dans une mine de fer en Angleterre. Nous avions visité cette remarquable exploitation, vérifié le bon fonctionnement, le bas prix de revient du minerai, etc... Malgré les suggestions du Conseil d'administration, il nous restait un doute sur le bon fonctionnement de la pelle à vapeur — dont le prix d'achat dépassait un million — pour l'extraction d'un gisement, situé dans des conditions bien différentes de celles où se trouve la mine de fer visitée en Angleterre. Quelques sondages dans les sables qui constituaient la partie la plus importante des morts-terrains de notre mine, montraient l'existence d'une nappe aquifère abondante. Je proposai donc au vendeur de la pelle (qui disposait d'un service technique important et qui offrait d'ailleurs de fournir un chef de chantier idoine, au début de l'exploitation par pelle à vapeur) de garantir pendant trois mois un tonnage total d'extraction égal seulement à *la moitié* de celui dont la pelle était normalement capable. Il refusa, non sans protester contre une telle exigence, qui était pourtant bien légitime. J'eus la plus grande difficulté de démontrer au Conseil le danger que présentait, dans les conditions où nous nous trouvions, un engin pourtant ultra-moderne, et d'ailleurs excellent... en d'autres lieux...

***

Donc, les problèmes de l'extraction, du séchage et de la carbonisation des combustibles priment le problème de la transformation en produits marchands, des sous-produits, du goudron primaire surtout, le plus important de tous.

Est-il bien nécessaire, d'ailleurs, de mettre en œuvre des moyens compliqués pour transformer en marchandises, le goudron primaire ? Lorsqu'on procède, avec les précautions d'usage, à la distillation fractionnée de ce goudron, on trouve généralement une certaine quantité de carburant mais beaucoup plus d'huiles lourdes. Or, la plupart de ces huiles sont utilisables presque sans raffinage dans les moteurs à combustion analogues au moteur Diesel. Nous savons que ces moteurs tendent à se généraliser, non seulement dans l'industrie et sur les bateaux, mais encore sur les automobiles et jusque sur les avions. Ne vaut-il pas mieux chercher, d'abord, un débouché pour les huiles lourdes obtenues par simple distillation, que de se livrer à de coûteuses opérations pour les transformer en essence ? Le progrès du moteur à huile lourde est certainement un fait nouveau dans l'industrie de la carbonisation à basse température des combustibles.

***

Les combustibles qu'on songe tout de suite à traiter ainsi sont évidemment ceux dont la vente à l'état naturel est difficile : fines de houille, lignites, etc., mais nous estimons que l'opération serait au moins aussi profitable sur des charbons marchands.

Rappelons, que la carbonisation à basse température donne : des gaz, des vapeurs condensables et un semi-coke résiduaire. Plus grand sera le profit si les trois catégories de produits sont vendables. Le semi-coke, résidu de l'opération, est un charbon sans fumée d'un pouvoir calorifique de 6.000 calories environ, malheureusement pulvérulent, ce qui a fait dire qu'il était pratiquement inutilisable. Or, on peut le brûler aisément sur grilles mécaniques et plus facilement encore, dans les appareils pour combustibles pulvérisés où il est préférable au charbon. Grâce à certains appareils, il serait même possible d'obtenir directement un coke utilisable en métallurgie. Quant au gaz obtenu par carbonisation à basse température, c'est un gaz

riche, en tout cas supérieur en pouvoir calorifique à 4.500 calories par m^3.

*
* *

Hâtons-nous, pour fixer les idées, de rappeler les différences essentielles entre la distillation à basse température et la distillation à haute température, telle qu'elle est pratiquée dans les usines à gaz.

a) La distillation à basse température (450° environ) permet de récupérer : une masse notable d'hydrocarbures sous forme de *goudron primaire ;* un gaz plus *riche*, mais moins abondant que le gaz de ville ordinaire, et laisse pour résidu un coke encore riche en matières volatiles, ce qui facilite sa combustion.

b) La distillation à haute température (1.000° et plus) donne beaucoup plus de gaz, mais beaucoup moins d'un goudron très différent, et un coke ne tenant plus qu'une faible quantité de matières volatiles.

*
* *

Le goudron primaire est brun rougeâtre, il a parfois l'aspect du beurre, il est souvent plus léger que l'eau, en tout cas sa densité n'excède pas 1,05. Ces propriétés sont très différentes du goudron de haute température, toujours plus foncé et dont la densité dépasse généralement 1,1 et peut atteindre 1,4.

La différence est encore plus sensible au point de vue chimique.

Le goudron primaire de houille ou de lignite se compose, exception faite de quelques cas singuliers :

1° d'un mélange d'hydrocarbures où domine généralement les carbures *saturés* et qui ressemble à un pétrole brut américain.

2° de composés, acides, dits phénoliques, phénols plus ou moins complexes ;

3° de traces de matières azotées.

Dans l'état actuel de la chimie industrielle et de l'industrie, les hydrocarbures sont les produits les plus intéressants. On y trouve notamment les hydrocarbures à chaîne ouverte (paraffines) depuis les carbures C^6H^{14} (hexane, essence de pétrole) jusqu'aux carbures solides $C^{30}H^{62}$ (paraffine commerciale). On y trouve d'ailleurs des carbures d'autres séries, notamment des carbures aromatiques.

On a imaginé quelques applications pour les huiles phénoliques. Quant aux produits azotés, ce sont des bases pyridiques assez négligeables dans l'opération. De sorte qu'on peut dire que le goudron de basse température a d'autant plus de valeur commerciale qu'il est plus riche en hydrocarbures saturés et moins riche en phénols. Ce critérium pourra servir aussi à juger de la valeur d'un four de carbonisation à basse température.

Certains schistes comme les schistes esthoniens, qui donnent beaucoup d'huile, ne sont pas d'un traitement aussi avantageux qu'on pourrait le croire à cause de l'importance des produits non saturés et des phénols dans ces huiles.

*
* *

Diverses méthodes ont été préconisées et essayées pour la « valorisation » des sous-produits.

Le *cracking* est le plus employé : il consiste essentiellement à dédoubler, sous l'action combinée de la chaleur et de la pression, une molécule lourde en deux molécules, l'une plus légère, l'autre plus lourde que la molécule initiale. C'est ainsi que l'on fabrique une masse importante de carburants.

Parmi les autres procédés, celui qui consiste à *hydrogéner* les vapeurs pendant l'opération même de la distillation est le plus séduisant. Né des observations de Fischer et de Pictet, il a été réalisé par Bergius.

D'autre part, Fischer oxydant la houille à 170° sous 50 hectopièzes d'oxygène arriva, après distillation en présence de chaux, à la production de carbures benzéniques, mais ce procédé offre un gros risque d'inflammation. Il a été repris en substituant à l'oxygène libre un corps oxydant.

*
* *

Le goudron de haute température contient surtout des hydrocarbures aromatiques, des hydrocarbures polycycliques, le naphtalène, l'anthracène, des phénols et des bases azotées (aniline et carbazol). Il est moitié moins abondant à peu près que le goudron primaire de basse température. Les rendements dépendent évidemment du combustible mais on peut compter à la tonne, sur 70 à 120 kg. de goudron primaire ou sur 35 à 50 kg. de goudron de haute température.

Inversement, on obtient plus de gaz en opérant à haute température.

Le tableau suivant, que nous extrayons d'une conférence faite le 6 juin 1929 par M. Marcel Migeon, à l'Association des Gaziers, Société technique de l'Industrie du Gaz, en Belgique, permet de fixer les idées par des chiffres que l'on peut considérer comme des moyennes.

Température...	200	400	500	600	700	1000
gaz: m^3 par tonne..	0-10	30 50	80-100	100-150	200	300
Goudron : litre-id.	traces	60-85	100-120	80-100	30-50	30-40
	goudron primaire			goudron d'usine à gaz		

Le volume du gaz croît avec élévation de température, il augmente de 50 % entre 700 et 1.000° C. Par contre, le pouvoir calorifique diminue.

Si l'on fait le bilan de l'opération, on trouve un avantage appréciable dans la carbonisation à basse température, surtout s'il s'agit de lignites. M. Migeon a donné à ce sujet des chiffres intéressants provenant d'une installation de recherches industrielles de la mine Léopold, à Edderitz.

Technique de la carbonisation a basse température

Il existe, pour chaque combustible, une température à laquelle on devrait s'arrêter pour avoir le plus haut rendement en goudron : 300 à 450° C pour les lignites ; 360 à 450° C pour les houilles ; mais comme la vitesse de distillation augmente très rapidement avec la température, on emploie généralement une température de l'ordre de 500°, préférant sacrifier un peu le rendement en sous-produits pour accroître la capacité de production des cornues.

L'essentiel, cependant, c'est de ne pas dépasser le point où le goudron primaire est décomposé.

Aucune partie de l'appareil en contact avec les vapeurs ne doit être portée au-dessus de cette température critique. C'est une des plus grandes difficultés de l'opération.

Cela est d'autant plus malaisé que le combustible contient souvent beaucoup d'eau, devient pulvérulent dans la zone de séchage et se montre ensuite très mauvais conducteur de la chaleur. Il existe aussi des combustibles tels que les charbons gras et certains schistes bitumineux, qui subissent entre 300 et 400° un commencement de fusion suivi d'un *gonflement*.

Le tableau suivant, dû aux travaux d'Illinworth et de l'ingénieur au corps des usines, Grussard, permet de classer les constituants des combustibles d'après leur solubilité dans la pyridine, le chloroforme et la soude.

	insoluble dans la pyridine et le Chloroforme 1	soluble dans la pyridine 2	soluble dans la pyridine et le chloroforme 3	soluble dans la soude 4
Lignite.....	faible	traces	traces	abondant
Charbon :				
bitumeux...	présence	abondant	abondant	traces
semi-bitumineux	présence	faible	faible	abondant
anthraciteux.	abondant	traces	traces	traces

Seul, le groupe 3, qui devient pâteux avant d'être détruit par distillation donne des propriétés agglomérantes, tandis que le groupe 2, qui se décompose vers la température de fusion des produits du groupe 3, serait la cause du foisonnement des charbons pendant la distillation.

Il est possible, cependant, grâce à un chauffage lent et prolongé vers 300°, d'éliminer une grande partie du groupe 2 avant que le groupe 3 ne devienne pâteux.

*
* *

D'après ce qui précède, il est bien évident que les fours à coke et les fours à cornues des usines à gaz sont impropres à la carbonisation à basse température : il se forme, au contact des parois de ces fours, une zône cokéfiée, dite *zone-écran*, pratiquement adiabatique.

Remarquons en passant que le semi-coke de carbonisation peut servir à la préparation du coke métallurgique. Dans les mines de la Sarre, MM. Sainte-Claire-Deville et Dubois sont arrivés à ce résultat en mélangeant :

une partie de semi-coke obtenu dans des fours Salerini,

quatre parties de Fettkohlen à 33-38 o/o de matières volatiles,

et en passant le tout au four à coke ordinaire. Ce procédé est très intéressant pour les charbons gras ne cokéfiant pas directement.

Notons encore, au sujet très différent de l'agglomération des cokes, que le coke d'usine à gaz exige beaucoup plus d'agglomérant que le semi-coke de basse température.

La carbonisation a basse température des combustibles pauvres

Le champ d'application principal de la carbonisation à basse température reste cependant les combustibles, dits pauvres : lignite, schiste, grès bitumineux, asphalte, bitume, tourbe.

Nous ne pouvons examiner les très nombreux brevets qui ont été pris dans ce but, nous nous bornerons seulement à l'exposé de quelques principes et nous signalerons pour terminer quelques appareils intéressants qui n'existaient pas lorsque nous avons composé notre ouvrage sur les lignites (1).

On peut classer les fours en question en deux grandes catégories : fours fixes et fours mobiles. On peut distinguer, aussi, des fours horizontaux, des fours verticaux et des fours inclinés.

Les fours fixes peuvent se différencier d'après leur mode de chauffage : externe, interne ou mixte.

Les fours mobiles comprennent : les fours à mouvement mécanique interne ; le four tournant horizontal, le four tournant vertical.

(1) Gauthier-Villars, éditeur.

Nous pouvons ajouter à cette liste, le four fixe à déplacement interne sans mouvement mécanique.

***

Le premier four industriel est classique : le four Rolle, utilisé en Saxe et qui a fait l'objet de perfectionnements successifs, d'abord par l'inventeur lui-même, puis par Richter et par Streppel.

Citons encore : les fours Parker, Zuyderhout, Pieters ; les deux premiers ont surtout pour but la production d'un semi-coke, combustible sans fumée, très recherché en Angleterre ; le second a été employé en France.

Nous avons expérimenté les cornues Tozer à l'échelle industrielle et nous avons perfectionné ce système pour le rendre continu. Sans arriver ainsi à un rendement parfait, nous avons obtenu un fonctionnement satisfaisant. Malheureusement, le lignite séché qu'il s'agissait de traiter est pulvérulent et cet état nuit beaucoup à la transmission calorifique, en dépit de la faible épaisseur de chacun des cloisonnements de la cornue. Celle-ci, qui est métallique, se comporte bien. Il n'est pas douteux qu'avec un combustible non pulvérulent, à condition aussi qu'il ne gonfle pas, cette cornue serait intéressante, le débit du combustible pourrait au moins doubler, c'est-à-dire qu'on peut espérer que la carbonisation complète du combustible introduit se fasse en trois ou quatre heures.

Les études scientifiques et industrielles poursuivies à l'aide de cette cornue ont permis, ainsi que M. Migeon le signalait dans sa conférence précitée, « de multiples constatations intéressantes et ont fait faire un grand pas à la technique de la carbonisation à basse température ».

***

Un autre four vertical fixe à chauffage interne, le four installé par le *Fuel Research Board of England* à Bernsley, comporte 32 cornues dont chacune est composée d'une double rangée de 12 tubes de 2 m. 75 de long et de 14 centimètres de diamètre. Ce four traite avec succès des charbons cokéfiables.

Parmi les fours à chauffage interne, nous citerons encore les énormes fours Trenkler de Mond (2 m. 50 de diamètre, 10 m. de hauteur), les fours Lurgi, qui ont un excellent rendement... en coke. Quant au procédé Hood-Odell, il n'a pour but que la préparation du semi-coke; les gaz et vapeurs combustibles étant utilisés pour le chauffage du four.

Le procédé Mac Ewan Runge traite le combustible finement pulvérisé et séché. La carbonisation est instantanée, mais les sous-produits sont souillés d'une quantité considérable de poussières.

***

Ce sont surtout les fours horizontaux qui ont donné lieu à de nombreux brevets. Beaucoup de cornues horizontales sont munies de malaxeurs : four de la Carbocoal, four Salerni et four Bonnevie. Ce dernier est composé de plusieurs cornues horizontales superposées, de sorte que la carbonisation est progressive de haut en bas. Nous avons expérimenté aussi ce dernier four, qui paraît tout à fait recommandable dans certains cas, notamment pour les exploitations moyennes.

Nous rencontrons maintenant toute une série d'appareils horizontaux tournants.

Le four Thyssen est un tambour horizontal rotatifs dans lequel des palettes fixes malaxent et font avancer le combustible. Le four Fellner de même type est complété par un dépoussiéreur ; il n'en reste pas moins — de l'aveu même de l'inventeur — encore 13 % de poussières dans les sous-produits. Le four Stinnes est construit pour éviter les déformations habituelles des fours tournants, qui ont pour effet de permettre des entrées d'air dangereuses : le tambour étant formé de deux cylindres emboîtés, celui de l'intérieur est donc protégé de l'action néfaste de la chauffe directe.

En outre, le combustible tombe du tambour central à basse température dans l'espace annulaire à température plus élevée. Cette élévation brusque de température a pour résultats l'agglomération du combustible en morceaux et la diminution notable des poussières dans les sous-produits. Ce phénomène a été élucidé par M. Audibert : les qualités agglomérantes de la houille croissent en raison directe de la vitesse de chauffe. Comme dans le four Stinnes, il y a élévation rapide presque brusque du combustible de 300 à 600°; on se trouve dans d'excellentes conditions pour l'agglomération.

***

Nous arrivons enfin à des fours plus nouveaux, du type vertical tournant ou à mouvement mécanique interne.

Ce sont des fours à grand débit dont le rendement en huiles est généralement satisfaisant, les vapeurs d'hydrocarbures se dégageant facilement sans entraîner trop de poussières. La zone-écran ne peut se produire à cause du déplacement. Le seul inconvénient de ces systèmes est leur complication et l'usure, un peu moins rapide sans doute, que celle des fours tournants horizontaux, mais encore excessive, semble-t-il.

Le four Méguin est formé de deux énormes tambours concentriques (fig. 1). Le tambour externe qui pèse plusieurs tonnes, tourne à raison de 55 tours par minute; le tambour interne, aussi pesant, tourne à 50 tours. Ainsi, la force centri-

fuge doit projeter le combustible contre l'enveloppe extérieure qui, seule, est chauffée ; l'évacuation des gaz se faisant par l'espace annulaire

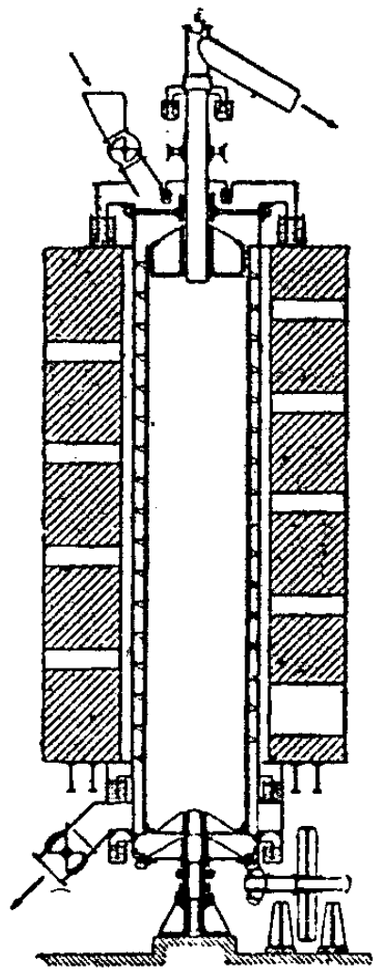


Fig. 1. — Four Méguin.

interne. On doit déplorer, malheureusement, l'agglomération du combustible formant à la surface un écran thermique :

Dans le four Green-Laucke (fig. 2), il n'y a

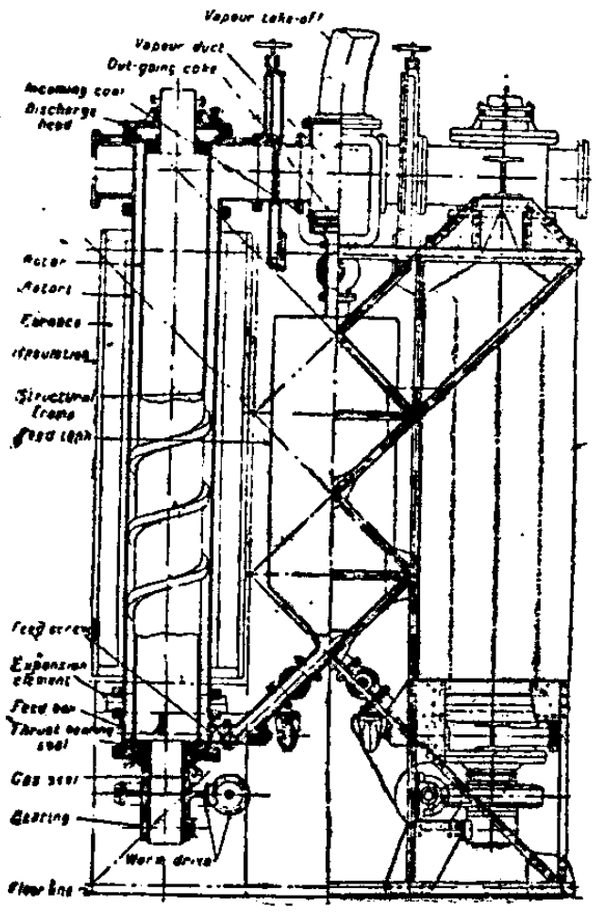


Fig. 2. — Four Green Laucke

qu'un tambour mobile, le tambour interne qui, portant une vis sans fin assurant l'élévation du combustible, introduit à la base. Ainsi, les sous-produits sont évacués en même temps que le coke et l'on ne peut obtenir de goudron primaire à cause de la température du coke.

Le four de la Koklenveredelungsgesellschaft (K. V. G.) se compose (fig. 3) de deux cylindres verticaux en fonte, la surface externe du cylin-

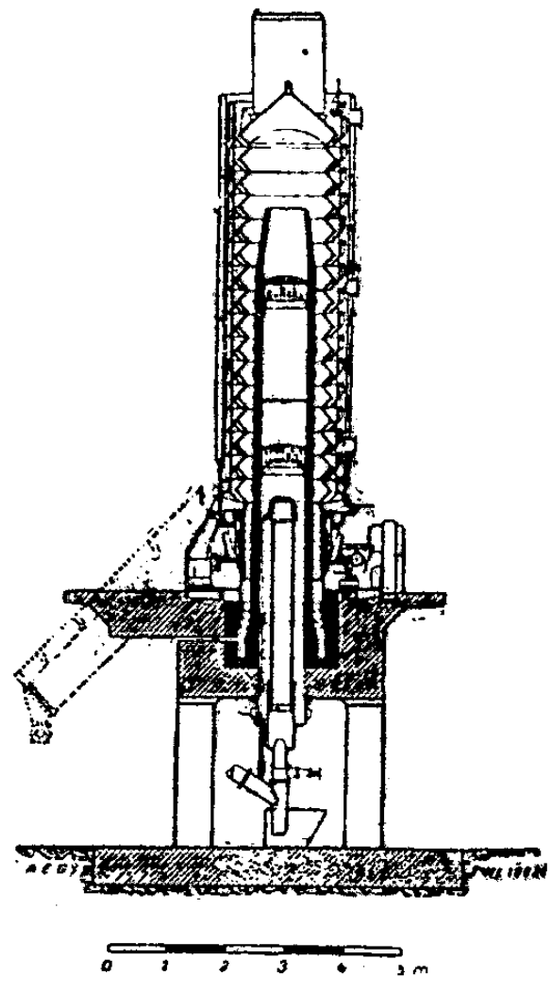


Fig. 3. — Four K.V.G.

dre intérieur, formée d'anneaux coniques, tourne lentement. La surface du cylindre extérieur fixe est de même analogue au système à jalousies du four Rolle. Ces anneaux-jalousies

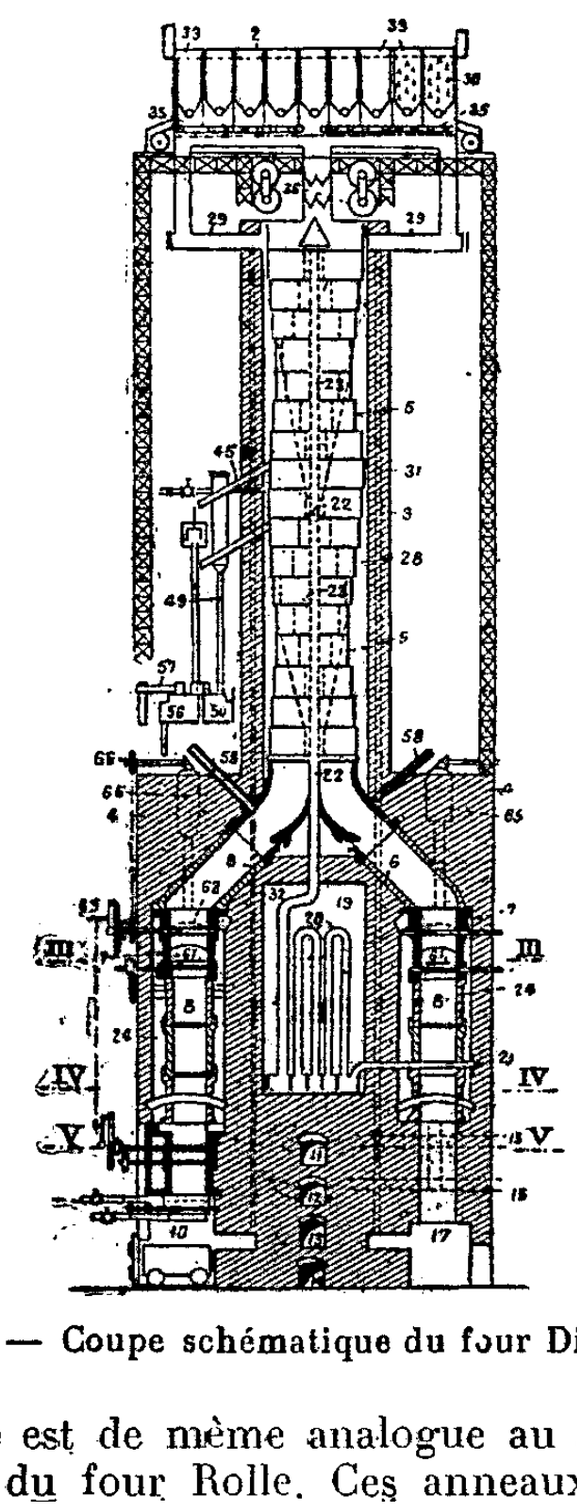


Fig. 4. — Coupe schématique du four Disticom.

augmente la surface de chauffe, retournent la masse et facilitent le dégagement des sous-produits. Le chauffage s'opère à l'intérieur à l'aide d'une colonne réfractaire. Les gaz sont collectés dans l'enveloppe extérieure et dirigés, au fur et à mesure de leur dégagement, vers la récupération comprenant un dépoussiéreur électrostatique et un laveur à huile.

C'est un appareil intéressant mais la partie mécanique est une cause d'incidents.

***

Le four Disticom (fig. 4), le dernier venu, est fixe, mais sa forme assure la descente en spirale du combustible avec des retournements qui permettent le chauffage uniforme. Celui-ci s'opère par l'extérieur, grâce à la combustion d'une partie des gaz de distillation et, en outre, par le passage à l'intérieur d'une certaine quantité de gaz sélectionné préalablement réchauffé.

Nous allons donner sur ce nouveau four quelques explications, car il mérite d'être signalé particulièrement.

La cornue métallique à section cruciforme

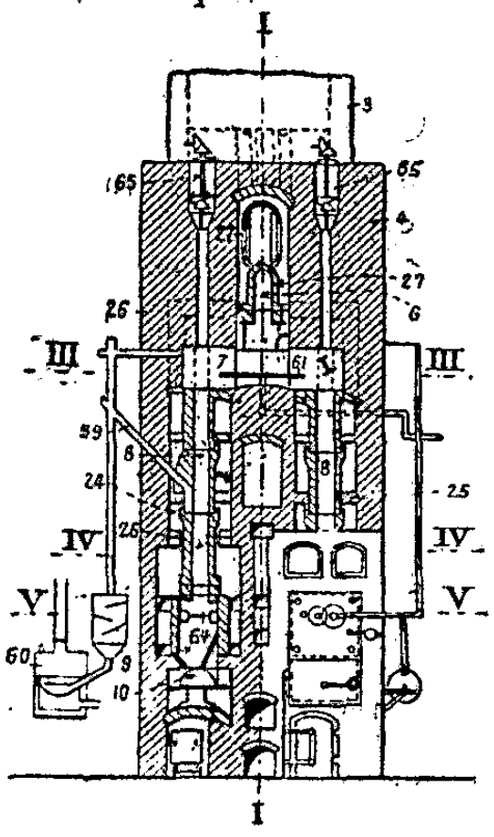


Fig. 5. — Coupe verticale par deux cornues réfractaires.

(fig. 5 et 6) est formée d'éléments qui s'emboîtent à l'aide de joints dilatables et dont l'ensemble forme une sorte de quadruple escalier tournant, obligeant le combustible à descendre d'un mouvement rotatif. Cette rotation lente autour de l'axe vertical, ne suffirait pas, sans doute, à empêcher la formation de cette redoutable zone-écran dont il faut se garder, si l'on n'obligeait, en outre, le combustible à se retourner grâce à la saillie de chaque marche sur la marche inférieure, les morceaux situés au centre étant ainsi ramenés vers l'extérieur grâce au talus formé à chaque chute d'un élément à l'élément inférieur.

Il s'agit d'un four de grande capacité et de grande surface de chauffe ; la longueur des branches de la croix permet, en effet, d'augmenter la capacité sans exagérer l'épaisseur du combustible traité. Les ondulations de la cornue augmentent encore la surface de chauffe.

Le four peut traiter le combustible tout venant ; il n'y a aucun risque d'accrochage interne à cause des facilités de descente, notamment de l'existence d'une paroi parfaitement verticale au droit de toute surface inclinée.

Le four comprend plusieurs zones.

Une colonne de distillation à basse température, composée de 15 éléments superposés, chacun d'une hauteur de 1 m., en acier moulé spécial, de 40 à 45 mm. d'épaisseur, résistant aux corrosions sulfureuses et à l'usure ; le mode

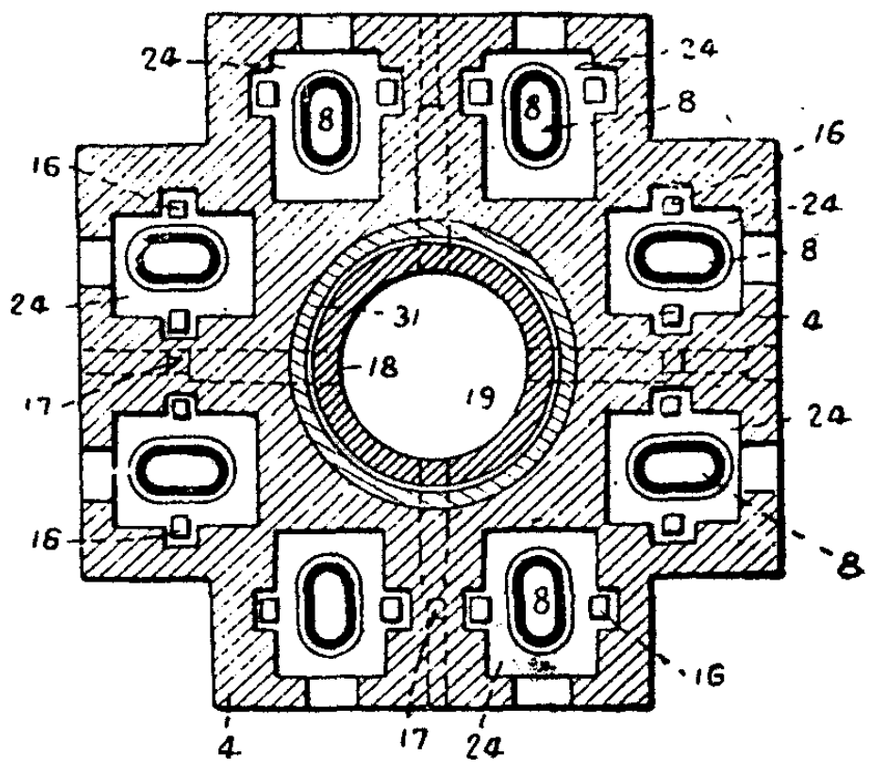


Fig. 6. — Disposition des cornues réfractaires dans le massif du four.

de chauffage, gaz brûlés chauds, expose peu à la surchauffe et à l'oxydation.

L'évacuation des sous-produits est facile. Il y a une sortie pour chaque branche d'élément, soit en tout 60 tubulures pour 15 éléments ; chacune part de l'ergot, ou saillie dont il a été question plus haut, qui constitue l'obturateur supérieur de chaque chambre élémentaire.

Ce dispositif diminue — et de beaucoup — l'entraînement de la faible quantité de poussière qui peut naître dans les déplacements lents et réguliers du combustible ; il permet, en outre, de recueillir séparément les produits à divers étages.

Une partie du gaz produit est utilisé au chauffage extérieur de la cornue ; une autre partie, sélectionnée, qui sert au chauffage intérieur, est introduit à l'aide d'un tube central à jalousies. Au sommet du four, un clapet de sûreté et de visite permet de régler le débit de ce gaz de balayage et même de le supprimer dans n'importe quelle zone.

Le gaz de balayage vient d'un réchauffeur à 425-450° C disposé dans le massif du four (fig. 5). Le gaz ainsi introduit n'est destiné à fournir qu'un appoint de calories et à servir

ainsi de régulateur. On évite, ici, l'excessive dilution des sous-produits dans un gaz inerte : le débit de gaz de balayage étant de 40 m³ par tonne-jour de combustible traité. Ce gaz, pris dans le gaz le plus pauvre, s'enrichit et se carbure. En outre, le balayage accélère le dégagement des sous-produits en permettant de distiller sous aspiration sans avoir à craindre de dépression et, par conséquent, un appel de poussières : toute tendance à dépression étant immédiatement combattue par l'afflux du gaz de balayage.

Le gaz de balayage compense, dans chaque

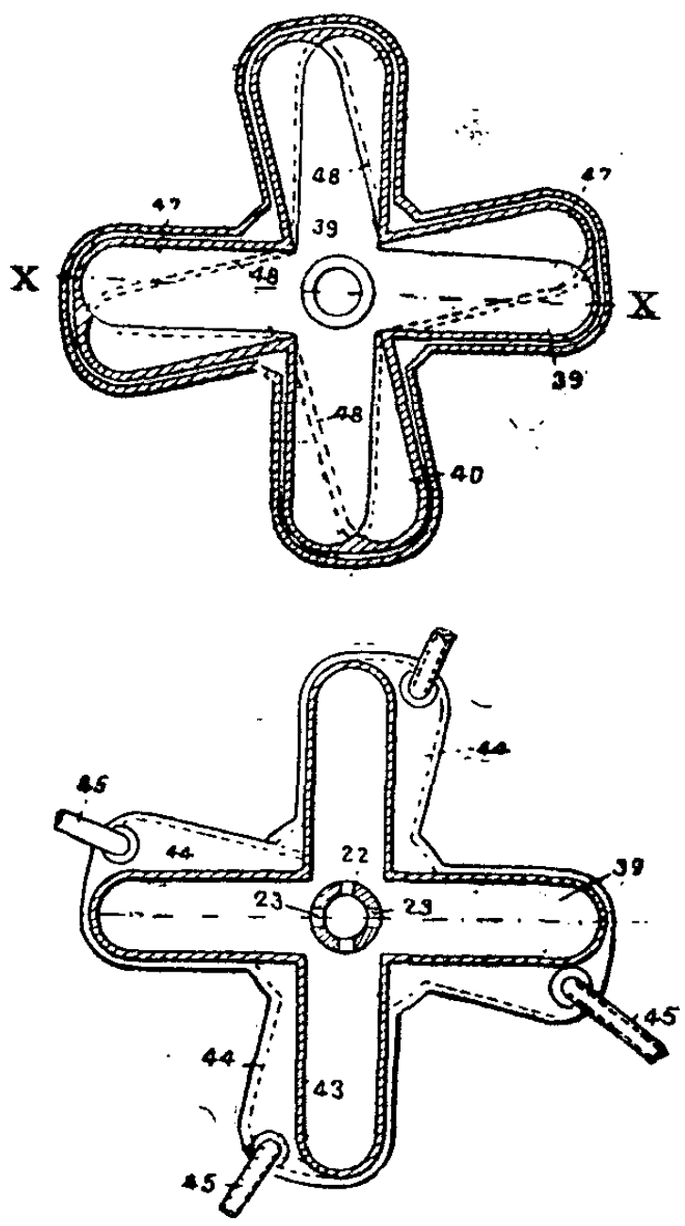


Fig. 7. — Coupes à hauteurs différentes des éléments de cornue métallique montrant le désaxage assurant la descente hélicoïdale de la matière.

élément, le débit de gaz de distillation ; l'apport calorifique est ainsi beaucoup plus important dans les zones où il n'y a pas de dégagement, ce qui permet de porter le combustible qui y passe à la température convenable en peu de temps sans surchauffage.

La température se règle en agissant sur le débit du gaz de chauffe.

La distillation à basse température se parachève jusqu'à la température que l'on désire, d'après les qualités du combustible traité et le but que l'on se propose dans des cornues réfractaires inférieures où le semi-coke est introduit par l'intermédiaire d'un distributeur oscillant (fig. 3).

Il s'agit d'un four à grande capacité de production, capable de traiter en 24 heures : 325 à 350 tonnes de houille, ou 200-225 t. de lignite, ou 250 à 275 t. de schistes. Ces chiffres représentent la partie sèche de la masse plus ou moins humide qu'on peut traiter.

La surface totale de chauffe est 632 mètres carrés, cela pour le chauffage externe, complété, comme nous l'avons vu, par un balayage de gaz chaud.

Conclusion.

Si, maintenant, on vous demande : Quelle est la meilleure cornue de distillation à basse température ? — Aucune ne peut servir à toutes fins est notre réponse, et nous ne croyons pas qu'on puisse soutenir le contraire. Si l'on veut surtout du gaz, ou, si l'on préfère, l'huile, ou encore si, négligeant ces deux catégories de sous-produits, on préfère le coke, dans chaque cas, on devra combiner une cornue spéciale, celle-ci dépendra, en outre, du combustible à traiter et même du débit prévu pour l'alimentation.

S'il n'existe pas, d'ailleurs, de cornue omnibus, il y a des systèmes qu'il faut écarter *a priori* ou du moins examiner de très près avant de les adopter dans une de ces coûteuses installations qui peuvent ruiner une entreprise. Et l'on sait à peu près ce qu'il ne faut pas faire.

Si l'appareil ne peut fonctionner d'une manière continue avec un minimum de main-d'œuvre et de surveillance, repoussez-le. Si la cornue n'a pas de dispositifs automatiques de chargement et de déchargement, refusez-la. S'il n'y a pas de cabine de contrôle des débits et des températures, écartez-vous. Si l'on vous propose un séchoir distinct et non parfaitement adapté à l'appareil, méfiez-vous. Si le combustible est chauffé sous une grande épaisseur, vous aurez des incuits et des surcuits. Gardez-vous de la zone-écran, mais n'acceptez pas toutes les solutions et si l'on vous propose des appareils mécaniques, vérifiez, d'abord leur solidité, puis leur efficacité, la sûreté de leur fonctionnement, l'obturation contre les rentrées d'air et les précautions prises contre les poussières. Faites toujours un bilan calorifique, sans oublier tous les accessoires. Quand on vous dit, venez voir tel four, allez, mais n'oubliez pas que c'est un autre combustible que vous devrez traiter. Si l'on vous garantit un rendement, définissez avec la plus grande précision les mesures qui serviront à son calcul. Ayez toujours en vue le marché des sous-produits et, par crainte de modifications profondes dans les demandes, réservez-vous la faculté, si possible, de forcer, aux dépens des autres éléments, soit le gaz, soit les huiles, soit le coke.

Exception faite de cas tout à fait particuliers, choisissez donc un four capable de faire varier,

dans une certaine mesure, les proportions de ces différentes récoltes. Eclairez-vous des conseils d'un ingénieur compétent, mais désintéressé, pour ne pas suivre aveuglément les suggestions de l'ingénieur du vendeur. Faites analyser votre combustible par différents laboratoires et demandez-leur des précisions sur leur mode opératoire, ce qui vous expliquera, par exemple, la raison de rendements extrêmement variables en goudron primaire ; ce qui vous permettra aussi de juger combien un four peut être supérieur à un autre. Souvenez-vous, enfin, qu'une installation de carbonisation importante exige le secours du chimiste, du physicien, du métallurgiste, du mécanicien, de l'architecte-constructeur et de l'administrateur ; ces techniciens sont indispensables au succès de l'entreprise ; il faut, en outre, quelqu'un pour coordonner les efforts des spécialistes, l'oubli de cette vérité élémentaire est l'explication de trop de ruineuses expériences susceptibles de discréditer — à tort — la carbonisation à basse température dans notre Pays et nos Colonies.

NOTES ET ACTUALITÉS

Radiométrie stellaire

Application du radiomètre au tracé des spectres d'énergie stellaire. — Le tracé des spectres d'énergie des étoiles est une donnée de première importance pour l'étude de leur état physique. La plupart des astronomes qui se sont attaqués à ce problème ont essayé d'obtenir ces spectres en comparant les étoiles à un étalon énergétique connu, soit le soleil ou une étoile du type solaire, soit un étalon terrestre. M. C. G. Abbot compare directement les énergies des diverses radiations par les déviations qu'elles impriment à un radiomètre.

Il avait déjà effectué de premiers essais en 1923 au Mont Wilson avec le télescope de 100 pouces et un radiomètre de Nichols. Son radiomètre avait des vannes de mica de 0,5 mm. de large et de 1,5 mm. de haut, espacées l'une de l'autre de 1,5 mm. Les résultats étaient encourageants, mais l'appareil n'était pas assez sensible pour les faibles flux que nous recevons des étoiles. M. C. G. Abbot pensa qu'il pourrait accroître la sensibilité de l'appareil en faisant le système mobile beaucoup plus léger.

Un radiomètre dont les vannes étaient formées d'ailes de mouches espacées seulement de 1 mm. se montra d'une très haute sensibilité. Mais, il subissait un si fort amortissement par l'air qui l'entourait à la pression la meilleure pour l'effet radiométrique qu'il aurait été presque inutilisable. Il fallait réussir à diminuer cet amortissement. M. Abbot entreprit pour cela une étude systématique du radiomètre.

Il fit deux systèmes très légers, toujours avec des ailes de mouches dans lesquels les centres des vannes étaient espacées respectivement de 1,2 mm. et de 2 mm.; les vannes avaient approximativement 0,4 mm. de largeur et 1,0 de hauteur. Ces deux systèmes étaient placés dans des tubes reliés l'un à l'autre et à un troisième tube contenant des bandes de bolomètre. Les trois tubes remplis d'hydrogène ou d'air à la même pression, étaient soumis à l'action d'un même faisceau lumineux. La nature et la pression du gaz agissait sur l'élévation de température sous l'influence du rayonnement et sur l'effet radiométrique et l'amortissement; le bolomètre fournissait les élévations relatives de température des surfaces noircies. L'expérience montre que quoique l'hydrogène soit moins efficace que l'air pour l'élévation de température de la surface noircie, cet inconvénient ne surpasse pas l'avantage qu'il présente de provoquer un amortissement beaucoup moins rapide.

Le radiomètre que M. Abott fit construire en 1928 à la suite de ces expériences est contenu dans un tube de quartz fondu d'environ 4 cm. de diamètre, rempli d'hydrogène à 0 mm. 23 de pression. Comme dans son appareil d'essai les vannes ont 0,4 mm. de large et 1 mm. de haut. Leurs centres sont espacés de 1,2 mm. Chacune d'elles est formée de trois fragments superposés d'ailes de mouche, dont la lame frontale seule est noircie. Des intervalles de 0,1 mm. les séparent et gênent les échanges de chaleur de l'un à l'autre. Le miroir taillé dans un couvre objet de microscope dont l'épaisseur a été réduit de moitié à 0,9 mm. sur 1,0 mm. Il est placé à 3 cm. au-dessus des vannes. Les vannes et le miroir sont scellés sur leur support à l'aide d'un peu de cire d'abeille. La suspension est un fil de quartz, de 10 cm. de long, si fin que, dans l'air, le radiomètre ne se met à tourner qu'après 44 tours complets de la tête du support. Le poids total du système mobile n'atteignait pas un milligramme.

Pour la spectrophotométrie stellaire, le flux lumineux reçu par le miroir du télescope de 100 pouces était dirigé par toute une série de réflexions et après une dispersion à travers un prisme sur le radiomètre placé dans la cave du bâtiment. Toutes ces réflexions faisaient perdre malheureusement 75 pour cent de la lumière dans le jaune, plus encore dans le vert et le bleu. Les spectres observés avaient environ 30 mm. de long entre les radiations 0,48 et 2,00 microns. Deux planètes et 18 étoiles dont la plus faible était de grandeur 3,8 ont pu être observées.

M. Abbott donne l'indication suivante sur la sensibilité de son appareil. L'image d'une bougie placée à 2,4 mètres d'une lentille de 3,7 millimètres d'ouverture était projetée successivement sur les deux vannes. Le grossissement était tel que les deux tiers de la bougie, seulement, étaient efficaces. On obtenait alors une déviation de 80 mm. sur une échelle à 40 cm. Dans les observations stellaires, l'échelle était placée à 6 mètres, les déviations atteignaient pour les étoiles les plus brillantes 6 millimètres.

L'auteur juge que des améliorations sérieuses sont encore nécessaires avant que les courbes d'énergie spectrales de quelques étoiles puissent être considérées comme bien déterminées. Les résultats auxquels il est arirvé sont cependant fort remarquables et l'on ne peut manquer d'admirer la délicatesse du radiomètre qu'il a réussi à construire.

J. B.

Océanographique

Notes de température marine du duc de Liancourt. — Au moment où les études sur la température des mers prennent une importance toute particulière, grâce aux admirables travaux de M. Georges Claude, il peut n'être pas sans intérêt de se livrer à des comparaisons dans le temps. Aussi voudrions-nous citer quelques observations vieilles de 137 ans. Elles sont dues à l'un des plus grands seigneurs de l'ancienne France, doublé d'un expérimentateur des plus scrupuleux : François-Alexandre-Frédéric de de Rochefoucauld, duc de Liancourt, ancien grand-maître de la Garde-robe de Louis XVI.

A la suite des événements du 10 août 1792, le duc de Liancourt quitta son gouvernement militaire de Normandie et émigra en Angleterre, où il séjourna pendant deux ans; puis il passa en Amérique, pour ne revenir en Europe qu'à la fin de 1799. Or, le duc de Liancourt a laissé de sa traversée de Londres à Philadelphie — 20 septembre-26 novembre 1794 — et de ses premiers temps de séjour en cette dernière ville, un *Journal* intime, inédit, fort curieux (1). Ce *Journal* forme une sorte d'introduction au *Voyage dans les Etats-Unis d'Amérique*, publié par Liancourt en l'an VII. C'est de ce document que proviennent les notes publiées ci-dessous. Sans être à proprement parler un savant, le duc de Liancourt, — qui devait, un peu plus tard, fonder l'Ecole des Arts et Métiers de Châlons, — s'intéressait vivement, de même que son cousin, le duc de la Rochefoucauld, membre de l'Académie des Sciences, à toutes les questions scientifiques. Il y était porté par son esprit précis et méthodique. Aussi, dans le cours de sa traversée, ne manqua-t-il pas de consigner exactement ses observations, à commencer par le « point » quotidien. A plusieurs reprises, il s'est livré à des mesures de température, soit dans l'air, soit en plongeant son petit thermomètre dans l'eau de mer. Peut-être ne retrouverait-on pas ailleurs beaucoup d'indications de ce genre, et à cette époque. Aussi, les notes météorologiques du duc de Liancourt, quoique trop peu étendues, nous ont-elles paru mériter d'être relevées.

Vendredi 14 novembre 1794.

Même vent (nord-ouest), mais au moins, beau temps J'ai passé ma matinée sur le pont,. il y faisait chaud au point que l'eau de la mer faisait monter à 80 degrés mon petit thermomètre. Nous sommes à 36 degrés (de lat.) et à 67 (d long.).

Mercredi 19 (Lat.) 37° (long.) 48°

Le vent soufle plus fort et dans la direction la plus désirable. La matinée était admirable, dès 5 h. 1/2 j'étais sur le pont; pas un nuage, un long crépuscule; la lune dans son dernier quartier très brillante, et une chaleur telle qu'à 7 heures du matin, le 19 novembre, le thermomètre était à 75 degrés par la chaleur de l'atmosphère et s'est élevé jusqu'à 80 dans l'eau tirée de la mer.

(*Le même jour*), à 6 heures du matin et à 10 heures du soir, le thermomètre était à 70.

Novembre 1794. Sur le *Pigow*.

19 novembre à 6 heures du matin, le thermomètre exposé à l'air était à 70 dans l'eau tirée de la mer à l'instant, 75.

A midi : à l'ombre, 771; dans l'eau 76 1/2.

A 10 heures soir : à l'air, 70; dans l'eau, 73.

20 novembre, à 8 heures matin : à l'air, 72, dans l'eau, 73.

21 novembre à midi : à l'air, 50 1/2; dans l'eau, 64.

A minuit : à l'air, 49; dans l'eau, 59.

22 novembre à 8 heures : à l'air, 47; dans l'eau, 56.

A midi : à l'air, 49; dans l'eau, 56.

Fond trouvé à 80 brasses à 9 h. 1/2. La brasse ou le fathom anglais est de 6 pieds anglais.

23 novembre à 8 heures : à l'air, 35; dans l'eau, 53.

24 novembre à 6 heures : à l'air, 38; dans l'eau (10 fathoms), 53.

A midi : à l'air, 42.

25 novembre à 8 heures (dans la baie) : à l'air, 41; dans l'eau, 49.

Novembre 1794.

Observations relatives aux thermomètres de Farenheit et de Réaumur.

Le degré 0 de Réaumur, qui indique la glace, est 32 dans Farenheit. Chaque degré de Réaumur équivaut à 2 degrés 1/4 de Farenheit, de façon que pour connaître quel est au thermomètre de Réaumur le degré correspondant à celui de Farenheit, il faut pour les degrés au-dessus de la glace retrancher 32 (terme de glace, équivalent à 0 de Réaumur) du nombre de degrés marqué dans Farenheit : par exemple, Farenheit étant à 72, je retranche 32, ce qui me donne 40; alors, divisant ces 40 par 2 1/4, valeur des degrés Farenheit comparés à Réaumur, j'obtiens 17 7/9 degré de Réaumur correspondant à 72 Farenheit. De même les temps froids où l'atmosphère est au-dessous de la glace. Ainsi, Farenheit étant à 10, je retranche 10 de 32, ce qui donne 22; et, divisant 22 par 2 1/4, j'obtiens 9° 7/9; terme de Réaumur au-dessous de la glace.

(*Note du duc de Liancourt*).

Vendredi 21 novembre 1794 (lat.) 38° (long.) 19°.

Le vent a considérablement fraîchi; dans la nuit il est devenu violent, il s'y est joint un orage, et le temps a été aussi mauvais qu'il peut être... Pendant tout cet orage, qui a duré 5 à 6 heures et qui nous a dérangé de notre route, le temps était d'une chaleur insupportable, et le matin il fait un froid très piquant. La différence est de 72 degrés hier à 10 h. au thermomètre, et de 50 aujourd'hui à midi. Notre latitude est autour de 38 degrés depuis trois ou quatre jours et elle est la même aujourd'hui.

Dimanche 23 (lat.) 38° (long.) 34° .

Il fait un tel froid qu'on ne peut écrire. Le thermomètre est à 34, ce matin.

JEAN MARCHAND.

Médecine

Données nouvelles sur l'helminthiase et son traitement. — Il y a une vingtaine d'années j'avais à diverses reprises, dans cette Revue, insisté sur les dangers des vers intestinaux. J'avais souligné particulièrement l'intérêt des faits observés par E. Metchnikoff qui avait montré comment le Trichocéphale (*Trichuris trichiurus*), qui vit si fréquemment dans l'intestin des enfants et des adultes, semble responsable de nombreux cas d'appendicite. Ce nématode, qu'on trouve rarement dans les matières fécales, se fixe plus ou moins profondément sous la muqueuse de la partie terminale de l'intestin grêle, du cæcum ou de l'appendice. Il y joue un rôle d'agent inoculateur d'autant plus néfaste que sa présence reste souvent longtemps ignorée.

Malgré l'évidence des faits rapportés par Metchnikoff, un grand nombre de cliniciens, et surtout de chirurgiens, mirent en doute l'action pathogène de cet helminthe sous prétexte qu'il était extrêmement rare qu'on le trouvât

(1) Nous avons trouvé une étude sur ce *Journal* dans le *Correspondant* du 25 octobre 1930.

dans l'appendice lors de l'ablation de celui-ci. Ce scepticisme eût une influence très regrettable, car peu à peu bien des praticiens, revenant aux errements de leurs devanciers, cessèrent d'attribuer à l'helminthiase la place importante qui lui revient dans l'origine de nombreux troubles fonctionnels locaux ou généraux et de multiples affections de l'intestin. Peu à peu on pratiqua moins souvent l'examen microscopique des matières fécales et comme sans celui-ci on ne peut déceler la présence du Trichocéphale, on songe moins aux méfaits, pourtant très réels de ce nématode.

Mais il arrive souvent dans l'histoire des sciences qu'une théorie abandonnée parce qu'elle avait été mal comprise, mal étudiée ou mal appliquée, s'impose d'une manière définitive à la suite de recherches mieux conduites et surtout entreprises sans parti pris. C'est, en quelque sorte, ce qui vient d'arriver pour l'idée défendue par Metchnikoff relativement à la fréquence de l'appendicite vermineuse. Un chirurgien s'est dit que si l'on ne trouvait presque jamais le Trichocéphale dans l'appendice au cours des interventions sur cet organe, cela ne prouvait pas qu'il n'y était point avant l'acte chirurgical, aussi prit-il le parti de pincer la base de l'appendice, dans tous les cas où cela ne présentait pas d'inconvénient, dès qu'il découvrait cet organe. En agissant ainsi il adoptait un mode opératoire différent de celui qui est habituellement suivi, car, en général, il est d'usage, dès que l'appendice est mis à jour, de saisir délicatement avec une pince son extrémité libre; mais, grâce à l'artifice qu'il avait imaginé, il a pu constater que la proportion de cas d'appendicite où l'on pouvait prendre le Trichocéphale sur le fait était très élevée, conformément à ce que croyait Metchnikoff et contrairement à ce que pensaient beaucoup de chirurgiens. C'est que le Trichocéphale est un petit nématode, très effilé et très agile, qui avait vite fait, dès que l'on touchait l'extrémité de l'appendice, d'abandonner le cul-de-sac appendiculaire pour regagner la cavité cæcale. Avec la technique opératoire habituelle, rien ne gênant ce mouvement de retraite, il n'était pas étonnant qu'on ne trouvât presque jamais le Trichocéphale dans la lumière de l'appendice; au contraire, en barrant immédiatement la route au parasite, avant que celui-ci ait eu le temps de se dégager , on était sûr de le retrouver dans tous les cas où il était présent dans l'appendice avant l'intervention. Ces faits, fort intéressants, ont réveillé l'attention sur le rôle pathogène du Trichocéphale et des autres vers intestinaux, en particulier des Ascarides et des Oxyures; il était utile de les rapporter, ne serait-ce que pour rappeler, une fois de plus, les dangers de l'helminthiase et indiquer quelques nouveaux moyens de défense.

Même dans les milieux cultivés, on considère souvent la présence de vers dans l'intestin des enfants — voire même dans celui de leurs parents — comme un mal presque inévitable dont il faut même s'accommoder. L'attention des familles s'exerce beaucoup plus sur le choix des vermifuges que sur les mesures prophylactiques qui permettent de se mettre à l'abri des parasites. Il n'est pas très difficile de se savonner les mains, et de se brosser les ongles, après chaque exonération intestinale et avant que de toucher aux aliments — *quand les parents prêchent d'exemple*, on arrive même à faire prendre cette bonne habitude à de très jeunes enfants —. Il est aisé également de s'abstenir de légumes crus — il est vrai que nombre de néo-hygiénistes recommandent ceux-ci afin de tirer tout le parti possible des vitamines que ces aliments renferment —, mais tout cela paraît à beaucoup trop compliqué. Il est si simple d'absorber un anti-helminthique!

C'est fort simple, en effet, mais le malheur c'est que les vermifuges les plus actifs ne sont pas sans inconvénient et il arrive qu'on se débarrasse des vers au prix de phénomènes d'intoxication parfois assez graves. D'autre part, bien des sujets sont infestés à la fois par des nématodes appartenant à plusieurs espèces et doivent alors faire appel à plusieurs médicaments, car tel vermifuge très actif contre les Oxyures n'agit guère sur le Trichocéphale. Enfin, la biologie de telle ou telle espèce — ceci est particulièrement le cas des oxyures — peut rendre l'application du traitement illusoire ou difficile.

L'essence de Chénopode est le médicament spécifique de l'ascaridiose; elle est également efficace dans l'ankylostomose, mais elle est dangereuse et provoque parfois des troubles auditifs qui peuvent aller jusqu'à la surdité définitive. Le semen-contra, drogue constituée par les sommités fleuries de certains *Artemisia*, est connu depuis longtemps pour son activité sur les Oxyures, mais, il est toxique, surtout quand on emploie son principe actif, la santonine, et détermine des troubles généraux, des vertiges, voire même de la xanthopsie accompagnée de mydriase. Le thymol est très toxique pour le Trichocéphale, seulement son ingestion, aux doses vraiment actives, est souvent suivie de phénomènes généraux d'intoxication accompagnés de symptômes d'une vive irritation gastrique. Les inconvénients de ces divers vermifuges sont tels qu'on ne cesse d'en chercher et d'en proposer de nouveaux aux cliniciens. Les pyréthrines, que j'ai déjà signalées aux lecteurs de la *Revue Scientifique*, ne paraissent pas toujours donner en pratique courante les résultats qu'on était en droit d'espérer à la suite de leur étude expérimentale. Il est encore trop tôt pour se prononcer, et, en raison de la polyvalence de leur action antihelminthique il serait vraiment utile de poursuivre avec persévérance l'essai de ces médicaments. Le benzométacrésol, proposé plus récemment, ne semble pas aussi actif que le pensaient les auteurs qui l'ont préconisé. On recommande vivement le stovarsol, mais si peu toxique que soit cet excellent arsenical, bien des praticiens redoutent de l'employer comme vermifuge, de peur que, dans les familles, les doses utiles et inoffensives soient parfois dépassées.

En raison des inconvénients que je viens de signaler, il y aurait grand intérêt à essayer systématiquement, à cause de son innocuité, le carbonate de bismuth dont M. Lœper a signalé l'efficacité dans de nombreux cas d'oxyurose. Ce produit doit être prescrit chez l'adulte à la dose journalière d'au moins 15 à 20 grammes à prendre en deux ou trois fois pendant cinq jours. Chez les grands enfants la dose quotidienne doit être de 6 à 9 grammes; pour l'enfant de 7 ans on prescrit 4 grammes et seulement 2 à 3 chez les enfants plus jeunes. Il est très facile de l'administrer dans un sirop gommeux aromatisé. Toutefois, M. Loeper recommande de renouveler la cure plusieurs fois à intervalles de vingt jours et d'y associer un traitement local par des lavements d'eau savonneuse ou d'infusion d'absinthe, avec de légères applications de pommade au calomel sur la région anale.

Lorsque le traitement par le carbonate de bismuth ne manifeste pas une activité vermifuge suffisante, il est bon d'essayer les préparations de Matricaire discoïde dont l'action antihelminthique a été signalée par M. Aymondin. Cette action a été étudiée par M. Henri Leclerc qui a constaté qu'elle s'exerçait tout particulièrement sur les nématodes : Ascarin, Oxyures et Trichocéphales; elle mérite d'autant mieux d'être vulgarisée qu'elle ne s'accompagne d'aucune influence nuisible. Un vermifuge efficace et inoffensif représente trop bien l'idéal commun des médecins et des malades pour que son étude pharmacologique

et thérapeutique ne soit pas poursuivie avec tout le soin désirable.

D'après M. Henri Leclerc, la Matricaire discoïde (*Matricaria discoidea* Composées), originaire de Californie, mais actuellement très répandue dans le Nord-Est de la France et le long des voies ferrées, peut être administrée soit par voie digestive, sous forme de poudre (1 à 2 grammes), d'apozème à 5 ou 10 o/o ou d'alcoolature (XL à LX gouttes), soit par voie rectale. Dans ce cas on emploie le suc de la plante dilué dans de l'eau ou mieux encore une infusion concentrée. Il semble d'ailleurs qu'il y ait intérêt, surtout contre les Oxyures, à prescrire simultanément les deux modes d'administration; enfin il est bon de noter que ce vermifuge ne nécessite pas l'usage de purgatifs, indispensable avec tant d'autres médicaments du même groupe.

Puisque ces deux derniers antihelminthiques : carbonate de bismuth et Matricaire discoïde, bien maniés, sont à la fois efficaces et inoffensifs, il semble que dans bien des cas d'helminthiase invétérée, causée par l'association de plusieurs espèces de nématodes, il serait bon de combiner les deux médicaments en prescrivant la Matricaire pendant les repos du traitement par le carbonate de bismuth.

Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que, dans la lutte contre les vers intestinaux, on ne doit pas cesser d'agir avant que plusieurs examens consécutifs des matières fécales aient prouvé que les œufs de parasites ont totalement disparu et, d'autre part, qu'il est nécessaire de convaincre les malades, ou leurs parents quand il s'agit d'enfants, de la nécessité des mesures prophylactiques signalées plus haut.

Même si on laisse de côté le rôle d'agents d'infection que jouent les nématodes, il est utile de se souvenir qu'ils peuvent déterminer de sérieux troubles digestifs, de l'anémie, des ictères hémolytiques, de la tétanie, des spasmes, des convulsions, des vertiges, du strabisme, de la mydriase, voire même des réactions méningées. C'est vraiment trop pour qu'on les considère comme des parasites sans importance.

En terminant, il est intéressant de signaler que M. Lœper a fait remarquer — ce qui ne saurait déplaire aux partisans de l'homéopathie — que les troubles généraux de l'helminthiase ne sont pas sans analogie avec les signes d'intoxication par les antihelminthiques.

A. Berthelot.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

Réchauffeurs d'eau d'alimentation à vapeur surchauffée. — Le progrès de l'application scientifique en matière maritime dépend, pour une large part, du degré de simplicité et de facilité pratique d'utilisation, qu'il est permis aux constructeurs de réaliser. On s'y trompe parfois, en attribuant un intérêt purement technique à des agencements ou dispositifs de détail, qui marquent, en réalité, des étapes essentielles atteintes dans la voie de la mise en valeur des principes de la théorie.

Les conditions spéciales auxquelles doivent satisfaire les appareils installés à bord des navires, entraînent des exigences qui peuvent être prohibitives de certaines solutions, réalisées avantageusement et sans difficulté à terre. Ces nécessités primordiales sont, en particulier, la souplesse et la sécurité de fonctionnement, la facilité de conduite, l'élimination de toute cause d'incident intempestif en service normal, ou encore d'usure excessive des organes, pouvant entraîner des réparations trop répétées.

C'est ainsi que dans bien des cas, il n'a pas été tiré tout le parti possible des indications, cependant les plus certaines et les plus formelles, de l'étude théorique. En ce qui concerne, par exemple, le réchauffage de l'eau destinée à alimenter les chaudières, il est incontestable que l'élévation de température réalisée est encore, la plupart du temps, très inférieure à ce qu'il serait désirable d'obtenir pour un bon rendement économique. Cette lacune a été toutefois nettement aperçue et les installations les plus récentes marquent, en général, un sérieux progrès.

L'eau d'alimentation est réchauffée au moyen de vapeur provenant soit de l'échappement des appareils auxidiaires, soit de soutirages opérés sur les machines principales. On sait que, sur les navires modernes, les appareils auxiliaires tendent à se multiplier et qu'ils représentent une fraction parfois considérable de la puissance motrice. Il est donc à la fois avantageux et pratique d'employer la vapeur provenant de l'échappement des appareils auxiliaires à réchauffer l'eau d'alimentation, au moyen de réchauffeurs par surface, interposés entre l'évacuation des auxiliaires et le condenseur.

Or, un dispositif tout récent a été conçu dans le but d'augmenter le rendement des installations de ce genre, sans nuire à la simplicité ni à la sûreté de leur fonctionnement. La chaleur utilisée étant celle que contient la vapeur saturée, on a songé à augmenter le taux de récupération en améliorant la qualité de cette vapeur, c'est-à-dire en l'asséchant et en lui faisant subir une légère surchauffe. Cela, sans recourir à une dépense d'énergie supplémentaire; on utilise seulement la chaleur contenue dans les gaz et produits de combustion qui s'échappent par les cheminées, ce qui revient en quelque sorte à créer un nouvel étage de récupération.

Des dispositifs de ce genre ont été installés sur plus de deux cent navires anglais, notamment sur des paquebots de la *Peninsular and Oriental*.

Les appareils à faisceau tubulaire, à l'intérieur duquel circule la vapeur à surchauffer sont placés sur le trajet des gaz de combustion, soit dans les boîtes à fumée elles-mêmes, lorsque les chaudières fonctionnent au tirage naturel, soit dans les culottes des cheminées pour le cas du tirage forcé; ils sont alors situés au-dessus des réchauffeurs d'air carburant.

Chaque chaudière comporte un appareil de surchauffe, dit *régénérateur*. La vapeur saturée, rassemblée dans un collecteur à l'échappement des auxiliaires, traverse ainsi successivement tous les régénérateurs, accomplissant dans chacun d'eux un circuit double, le traversant dans un sens par la première moitié des tubes de chaque faisceau et revenant en sens opposé par la seconde moitié.

A la sortie des régénérateurs, la vapeur asséchée et surchauffée arrive au réchauffeur proprement dit, qui est un réchauffeur par surface intercalé entre les pompes alimentaires et les chaudières.

La vapeur, une fois détendue, est évacuée au condenseur ou à la bâche; une soupape de sûreté spéciale est disposée de façon à laisser dégager le surplus de la vapeur surchauffée qui n'a pas été utilisé dans le réchauffeur;

cette vapeur est envoyée directement au cylindre BP de la machine principale, ce qui procure un certain gain de puissance développée.

Enfin, pour les navires munis d'un grand nombre d'auxiliaires, la vapeur d'échappement est assez abondante pour assurer encore, indépendamment du réchauffage de l'eau des chaudières, d'autres services, ainsi le réchauffage de l'eau à l'usage des passagers et des cuisines, ou encore le fonctionnement du bouilleur.

D'après les essais effectués sur les navires anglais, l'économie de combustible procurée par le dispositif décrit, se chiffrerait à 7 o/o environ.

Sur un cargo français, expérimenté récemment, l'économie atteindrait 8 o/o; en outre, bien que l'appareillage auxiliaire de ce bâtiment ne comprenne qu'une dynamo et un servo-moteur, un gain de vitesse d'un demi-nœud a été réalisé. L'augmentation de la température de l'eau d'alimentation facilitant, en effet, le maintien de la régularité de pression, il a été possible d'accroître légèrement l'ouverture de la soupape d'arrêt. Des résultats comparables ont été obtenus sur un second cargo français, équipé de la même manière.

Du dispositif précédent, applicable aux appareils les plus simples, tels que les machines des navires de charge les plus courants, je rapprocherai, en terminant, une simplification ingénieuse réalisée dans la construction d'appareils analogues aux régénérateurs décrits plus haut, mais destinés au réchauffage de l'air comburant.

Au lieu de recourir à des faisceaux de tubes proprement dits, on constitue les éléments de ces réchauffeurs au moyen de deux tôles ondulées, soudées ensemble de telle façon que les ondulations forment une série de petits tubes horizontaux. A l'extérieur, les mêmes ondulations imposent aux gaz chauds qui circulent entre les éléments, un circuit sinueux qui procure un coefficient de transmission de chaleur très élevé. Ce dispositif convient tout particulièrement aux cas de chauffe au pétrole et au charbon pulvérisé.

LOUIS BASSO.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 mars 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. THÉORIE DU POTENTIEL. — *C. De La Vallée Poussin.* — **Sur quelques extensions de la méthode de balayage de Poincaré et sur le problème de Dirichlet.**

— *G. Pfeiffer.* — **Construction de l'opérateur général permutant les intégrales d'une équation linéaire et homogène, aux dérivées partielles de premier ordre.**

— *E. Kobbekliantz* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la sommabilité (C, δ) de développements suivant les polynomes d'Hermite.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *A. Denjoy* (prés. par M. Emile Borel). — **L'hypothèse de Riemann sur la distribution des zéros de $\zeta(s)$ reliée à la théorie des probabilités.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *P. Lévy* (prés. par M. Hadamard). — **Quelques théorèmes sur les probabilités dénombrables.**

ASTRONOMIE. — *H. Mineur* (prés. par M. E. Esclangon). — **La dynamique des masses variables d'après les lois de Newton et d'Einstein.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *L. Brillouin* (prés. par M. Brillouin). — **Elasticité, agitation thermique et fusion des corps solides.**

THÉORIE DES MARÉES. — *Mme E. Chandon* (prés. par M. E. Fichot). — **Profondeur moyenne d'un canal calculée au moyen des constantes harmoniques de deux stations.**

Le frottement est sans influence sensible sur l'amplitude de la marée même dans une région aussi troublée que le voisinage d'un détroit. La méthode de fractionnement en canaux partiels permet de calculer la profondeur moyenne d'un canal situé à 1.900 km. de la station qui a servi de point de départ (Shadwan), sans connaître aucun sondage, mais en utilisant les constantes harmoniques observées dans deux stations du canal.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *E. Mathias.* — **Sur l'existence ou la non-existence du filet des éclairs en chapelet.**

Les observations de MM. Luizet et Roguet sur les éclairs en chapelet sembleraient indiquer que la forme exclusivement en chapelet du dernier jaillissement, nettement en retard sur les autres, est une forme d'épuisement du jet fulgurant. Dans le jaillissement d'épuisement, le nuage générateur de l'éclair mettant un peu plus de temps à reformer sa charge, le dernier jaillissement sera en retard sur les autres. Si ce retard excède largement le dixième de seconde, l'œil verra le jaillissement en chapelet, sans filet; si, au contraire, il est inférieur au dixième de seconde, on verra l'éclair en chapelet se projetant sur le fond continu du jaillissement antérieur et l'on aura la sensation du filet.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *P. Pentcheff* (prés. par M. Delépine). — **Sur la teneur en krypton et en xénon de quelques gaz naturels de Bulgarie.**

L'auteur a suivi, pour le dosage de ces gaz dans trois sources de Bulgarie, la méthode spectrophotométrique de MM. Moureu et Lepape. Il indique les résultats dans un tableau : ils sont en accord avec la théorie astrophysique des deux auteurs précités.

PHYSIQUE. — *P. Ansiau* (prés. par M. P. Villard). — **Réalisation d'un éjecteur à vapeur de mercure.**

L'appareil se compose d'une chaudière à vapeur de mercure qui alimente un éjecteur. Le mercure condensé, après son passage dans celui-ci, retourne à la chaudière par un siphon. La canalisation d'aspiration secondaire communique avec une tuyère convergente qui dirige le gaz à évacuer vers le col. La partie supérieure cylindrique de cette tuyère est énergiquement refroidie pour condenser la vapeur détendue de mercure échappée de la veine motrice. Tout en empêchant ainsi l'existence d'un courant de vapeur vers l'enceinte à vider, on permet à la diffusion d'améliorer le vide dû à l'éjection.

RADIATIONS. — *P. Auger* et *Mlle T. Meyer* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur les directions d'émission des photo-électrons.**

Les expériences ont porté sur le rayonnement de $F\alpha$ de l'uranium, agissant sur de l'argon, et étudié dans l'appareil à détente précédemment décrit (*Ann. de Phys.*, 6, 1926, p. 183). Un tableau donne les résultats obtenus.

RADIO-ÉLECTRICITÉ. — *Mlle M. Chenot* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur des phénomènes de propagation dan. les gaz ionisés par les décharges de très haute fréquences**

L'auteur expose les nouvelles observations qu'elle a faites en poursuivant ses recherches antérieures (*C. R.*, 192,

1931, p. 38), sur les phénomènes de propagation qui interviennent dans la décharge en haute fréquence; elle avait montré alors que, pour des pressions très faibles et des longueurs d'onde de quelques mètres, il s'établit dans un tube excité par un oscillateur à lampes un système d'ondes stationnaires.

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. — *C. Salceanu* (prés par M. A. Cotton). — **Sur la polarisation rotatoire magnétique de quelques homologues supérieurs des acides organiques gras.**

M. Salceanu a étudié au point de vue de la dispersion et de la variation avec la température, la polarisation rotatoire magnétique de cinq acides gras homologues, ayant comme raison d'homologie C^2H^4, savoir : les acides décanoïque, laurique, myristique, palmitique et stéarique. Les résultats sont indiqués dans des tableaux.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Montagne* (prés. par M. Le Chatelier). — **Application du diagramme carré à la représentation et au calcul de l'équilibre dans la réaction du gaz à l'eau.**

— *R. Wurmser* et *J. Geloso* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le potentiel d'oxydo-réduction des solutions de glucides.**

Les recherches effectuées avaient pour but d'atteindre le système déterminant le potentiel limite. Les auteurs, opérant avec une solution de glucose, attendaient après chaque addition d'oxydant (ferricyanure de potassium) ou de réducteur (citrate de titane) que le potentiel prenne une valeur fixe. Ils ont pu établir définitivement l'exisence d'un deuxième système dont le potentiel normal a pour valeur — 0,40 volt à pH=7 et à 20°C. (soit $rH_2=12,5$).

— *L. Bull* et *Mlle S. Veil* (prés. par M. G. Urbain). — **Etude cinétique des anneaux de Liesegang.**

La méthode suivante a été observée : une goutte de nitrate d'argent est déposée sur la gélatine bichromatée. Son domaine d'action ayant un développement circulaire, une projection diamétrale agrandie de l'image de la préparation est faite sur la fente d'un appareil enregistreur. En arrière de cette fente, et perpendiculairement, se déroule un film ou un papier photographique. Cette méthode permet de suivre, en fonction du temps, les diverses phases de la diffusion.

CHIMIE MINÉRALE. — *Picon* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le sulfure de cérium pur.**

Le sulfure de cérium pur doit être préparé à une température voisine de 1.550° dans une nacelle de graphite par action de l'acide sulfhydrique sur l'oxyde cérique. Ce composé résiste remarquablement à l'action de la chaleur; il ne fond qu'au-dessus de 2.000° et ne commence à se volatiliser qu'à 2.200° dans un vide voisin du millième de millimètre. Il résiste également à l'action des métaux et des sels non oxygénés. L'anhydride carbonique fournit une oxydation assez spéciale à 700°. Le cérium se transforme en acide cérique, le soufre s'élimine en nature, tandis que l'anhydride carbonique produit de l'oxyde de carbone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. Bourguel* (prés. par M. G. Urbain). — **Obtention d'une forme intermédiaire dans une transposition acétylénique.**

Etudiant la transformation réciproque de deux carbones, les phénylpropynes $C^6H^5—C\equiv C—CH^3$ et $C^6H^5—CH^2—C\equiv CH$ l'auteur a pu isoler un composé intermédiaire doué de propriétés curieuses. Il appelle ce carbure inconnu, carbure X et le considère comme représentant un stade intermédiaire entre les deux phénylpropines étudiées.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *L. Cayeux.* — **Origine épigénique des dolomies jurassiques des Pyrénées.**

Les dolomies jurassiques des Pyrénées fournissent un témoignage particulièrement décisif en faveur d'une origine épigénique. Tour prouve qu'elles ont pris la place d'un calcaire fossilifère, déjà magnésien dès le principe, dans la mesure du degré de fréquence des restes d'Echinodermes, et plus ou moins oolithique. En d'autres termes, la formation des dolomies jurassiques en question rentre dans le problème général de la *dolomitisation* des calcaires.

— *Henri Termier* (prés. par M. H. Douvillé). — **Les discordances de la série méso et cénozoïque dans le Maroc central et le Moyen-Atlas.**

La conclusion qui se dégage des observations contenues dans cette Note, et de celles rapportées antérieurement, est une instabilité continuelle de la Terre marocaine au cours des Temps géologiques. Il y eut deux paroxysmes (hercynien et tertiaire) et un nombre assez grand de mouvements de moindre amplitude. L'auteur pense que des recherches ultérieures feront connaître d'autres discordances locales, plus difficiles à discerner que celles qu'il lui a été donné de voir.

BIOCHIMIE. — *H. Vincent* et *L. Velluz.* — **Sur les propriétés cryptotoxiques des acides oxybenzoïques halogénés.**

Les acides *orthosalicyliques* halogénés sont, d'une manière générale, beaucoup plus cryptotoxiques que l'acide orthosalicylique non halogéné. Le diiodosalicylate (ortho) de sodium est 280 fois plus cryptotoxique que l'orthosalicylate de sodium.

BOTANIQUE. — *Kalé* (prés. par M. Molliard). — **Contribution à l'étude morphologique de la tige de *Triticum vulgare* Host.**

Suivant l'entre-nœud considéré et la variété, l'auteur observe des différences dans le nombre des assises du sclérenchyme sous-épidermique, dans celles du parenchyme chlorophyllien et dans la position des faisceaux corticaux. Des variations sont également observées dans le diamètre tangentiel des faisceaux médullaires et dans le nombre des faisceaux corticaux. C'est le premier entre-nœud qui, dans 5 variétés sur 14, renferme le plus grand nombre de faisceaux corticaux; chez 9 variétés, c'est le dernier; le troisième entre-nœud contient le plus de faisceaux médullaires.

ANATOMIE. — *P. Vignon* (prés. par M. L. Joubin). — **Sur les dents du labre de certains Gastéropodes à coquille turbinée, et sur les rapports qu'elles peuvent contracter avec les varices.**

De l'examen de dents appartenant à certains Gastéropodes Thaisidés, Muricidés, aucune conclusion ne se dégage. Mais l'auteur montre leurs divers modes et lieux de formation et insiste sur les rapports qu'elles nouent avec les varices.

CYTOLOGIE. — *Mlle Odette Tuzet* (prés. par M. M. Caullery). — **L'appareil parabasal et les dictyosomes chez *Reniera simulans* Johnston et *Hymeniacidon sanguinea* Grant.**

L'étude cytologique de *Reniera simulans* et de *Hymeniacidon sanguinea* semble bien prouver que l'appareil parabasal du choanocyte, les dictyosomes des lignées mâle et femelle, l'appareil de Golgi des autres cellules sont un même organite. Ils ont même aspect, mêmes réactions et se transmettent par division binaire.

Dans toutes les cellules des Eponges, l'auteur a vu, avec

le vert janus comme dans les préparations au Champy, les mitochondries granuleuses observées par Gatenby. Il lui semble qu'elles ne peuvent avoir aucun rapport génétique avec le parabasal et les dictyosomes ou corps de Golgi.

PHYSIOLOGIE. — *Maurice Piettre* et *Boris Celan* (prés. par M. M. Achard). — **Rôle des différents éléments cellulaires dans la mobilisation des lipides au sein de la glande mammaire; le corpuscule de Donné.**

Le corpuscule de Donné n'est pas une entité cytolique, mais dérive, par un processus identique, de la cellule mammaire, des leucocytes mononucléaires, des leucocytes polynucléaires.

Pendant l'exsudation prélactée et surtout au cours de la lactation normale, ce sont encore ces mêmes éléments cellulaires, leucocytes accessoirement, et cellules mammaires avant tout qui effectuent la mobilisation des glycérides neutres pour les transformer en beurre (butyrisation).

La fonction mammaire apparaît donc comme une *fonction réversible* avec ses deux variables passibles, *secrétion* et *résorption*.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Maurice Lecamp* (prés. par M. M. Caullery). — **Duplications expérimentales des membres postérieurs chez le crapaud accoucheur (*Alytes obstreticans*).**

Des duplications ont été obtenues en fendant en deux, suivant leur plan de symétrie, les ébauches des membres postérieurs.

Les résultats obtenus ne concordant pas avec ceux de Tornier (qui a opéré sur le têtard du Pélobate brun), l'auteur a été amené à expérimenter à divers stades de croissance des bourgeons.

De l'ensemble des cas étudiés, il se dégage un fait très net : la demi-ébauche ventrale n'a jamais évolué en un membre normal.

ÉPIDÉMIOLOGIE. — *Ch. Joyeux* et *J. Pieri* (prés. par M. F. Mesnil). — **Hibernation du virus de la fièvre exanthématique méditerranéenne.**

Rhipicephalus sanguineus Lat. peut héberger le virus de la fièvre méditerranéenne exanthématique en hiver, au moins pendant la première partie de cette saison. Il est possible aussi que le virus conservé par les tiques en hibernation sur les murs soit affaibli, puisque malgré le grand nombre d'acariens employés, les auteurs n'ont eu qu'un succès sur deux inoculations, et encore, le malade n'a présenté qu'une éruption discrète après une incubation de dix jours.

P. GUÉRIN.

Séance du 23 mars 1931.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Elie* et *Henri Cartan*. — **Les transformations des domaines cerclés bornés.**

— *O. Nikodym* (prés. par M. E. Borel). — **Sur les suites de fonctions parfaitement additives d'ensembles abstraits.**

THÉORIE DES GROUPES. — *Chevalley* et *Herbrand* (prés. par M. J. Hadamard). — **Groupes topologiques, groupes fuchsiens, groupes libres.**

CALCULS DES PROBABILITÉS. — *V. Romanovsky* (prés. par M. E. Borel). — **Généralisation d'un théorème de M. E. Slutsky.**

ALGÈBRE. *J. Favard* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les zéros des polynomes.**

GÉOMÉTRIE. — *G. Vranceanu* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur quelques théorèmes relatifs aux variétés non holonomes et aux systèmes de formes de Pfaft.**

ÉLASTICITÉ. — *Tesar* (prés. par M. Mesnager). — **Représentation, en grandeur et en direction, des efforts intérieurs dans le cas des problèmes d'élasticité pleine.**

HYDRODYNAMIQUE. — *P. Dupin* et *E. Gausse* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur la vibration des tiges cylindriques dans l'eau sous l'influence des tourbillons alternés.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *L. Goldstein* (prés. par M. M. de Broglie). — **Mécanique quantique des chocs de seconde espèce.**

ÉLECTRICITÉ. — *G. Dupouy* (prés. par M. A. Cotton). — **Appareils de mesures électriques à cadre mobile dans un champ uniforme.**

SÉISMOLOGIE. — *M. Jelenko* (prés. par M. Bigourdan). — **Grande catastrophe séismique du 8 mars 1931 en Yougoslavie méridionale.**

L'auteur décrit le cataclysme qui se produisit principalement de la vallée de Valandovo provoquant la ruine de 36 villages et la mort de 159 personnes, il y eut en outre 572 blessés. L'origine des grands mouvements qui se sont manifestés, notamment dans les masses granitiques, résiderait dans l'action progressive du démembrement de la vieille masse du système du Rhodopé dont le fractionnement se continue.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *J. Fridrichson* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur le spectre de résonance de la vapeur de soufre.**

L'auteur a utilisé une ampoule cylindrique en quartz à fenêtres plan parallèles avec appendice latéral, pour pouvoir faire varier la pression de la vapeur indépendamment de la température. L'ampoule était entourée par l'arc au mercure formant un anneau. Devant l'ampoule était placé un second tube en quartz. On y pouvait également faire varier la pression, en plaçant son appendice dans un four séparé. Au moyen de diaphragmes appropriés, l'excitation directe du contenu du tube d'absorption par l'arc au mercure était rendue impossible. Les deux tubes étaient placés dans un four commun, « four de température » qui entourait aussi l'anneau au mercure. On a pu constater, ainsi, que le spectre de résonance s'étend jusqu'à 6000 Å. Un tableau donne les longueurs d'onde des termes de séries de doublets et de multiplets dans la région de 5000-5700 Å.

ÉLECTROCHIMIE. — *J. Barbaudy, A Guérillot, H. Miachon* et *R. Simon* (prés. par M. Le Chatelier). — **Enregistrement du pH dans les bains de nickelage.**

Les expériences ont porté sur un bain de 3.000 litres de l'atelier de nickelage d'une usine d'automobiles. La densité de la solution était de 1.225 à 50°, température à laquelle a été effectuée l'opération. La densité du courant était de 20 amp./dm². Les enregistrements ont été faits à l'aide d'un potentiomètre enregistreur Leeds et Northrup.

La méthode opératoire décrite par l'auteur, paraît donner des résultats satisfaisants pour l'enregistrement continu du pH de bains de nickel dans l'industrie.

CHIMIE PHYSIQUE. — *R. Dubrisay* et *R. François* (prés. par H. Le Chatelier). — **Solubilité du carbonate de calcium dans l'eau en présence de chlorures alcalins.**

L'alcalinité de l'eau mise en contact de carbonate de calcium est accrue par l'addition dans la phase aqueuse de chlorure de potassium et l'intensité du phénomène augmente avec la concentration du chlorure de potassium ajouté. La quantité de calcium passé en solution croît dans le même sens.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *P. Laffitte* et *M. Patry* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la vitesse des phénomènes provoqués par la détonation des explosifs solides.**

Ces recherches avaient pour but la mesure des vitesses de l'onde de choc et des gaz lumineux. Dans le voisinage de l'explosif, les fronts des deux phénomènes coïncident et leurs vitesses sont identiques : c'est en quelque sorte le prolongement de l'onde explosive au-delà de l'explosif, puisque cette onde est formée par la réunion de la flamme et de l'onde du choc. Mais la vitesse des gaz s'amortit plus rapidement que celle de l'onde de choc et il arrive un moment où les deux phénomènes se séparent et continuent à se propager à des vitesses différentes.

CHIMIE MINÉRALE. — *E. Carrière* et *Raulet* (prés. par M. Matignon). — **Contribution à l'étude des complexes argentohyposulfites de sodium.**

Différents auteurs ont reconnu trois sels argentohyposulfites de sodium. MM. Carrière et Raulet ont repris l'étude de leur préparation, par une méthode qui consiste à former un précipité de chlorure d'argent, puis à le séparer par filtration, et, après lavage, à le dissoudre partiellement ou complètement dans une solution concentrée d'hyposulfite de sodium. Ils ont ainsi isolé les trois complexes : AgS^2O^3Na, $Ag^2(S^2O^3)^3Na^4$ et $Ag(S^2O^3)^2Na^3$ en faisant varier les proportions d'hyposulfite de sodium en solution concentrée par rapport au chlorure d'argent. Les deux premiers sels étaient déjà connus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *F. Salmon-Legagneur* (prés. par M. M. Delépine). — **Sur les acides α-carboxycamphocéane-β-acrylique et-β-propionique. Synthèse du β-homocamphre.**

L'auteur montre que ces différents composés peuvent aisément se préparer à partir de la camphoquinone. Dans les expériences effectuées, celle-ci était issue du camphre droit des Laurinées; on aboutit à un β-homocamphre dont la rotation est également dextrogyre.

CHIMIE AGRICOLE. — *A. J. J. Van de Velde, A. Verbelen* et *L. Dekoker*. — **Recherches biochimiques sur la terre arable.**

Ce travail a porté sur une série de déterminations de concentration en hydrions ainsi que du pouvoir adsorbant pour trois colorants : le vert de méthyle, le violet de méthyle, le bleu de méthylène, pour le lait centrifugé. Les auteurs ont, en outre, établi pour chacune des terres étudiées trois facteurs : la valeur acide volumétrique, la valuer alcaline volumétrique et la valeur volumétrique d'adsorption.

MINÉRALOGIE. — *F. Zambonini* et *V. Caglioti*. — **Nouvelles recherches sur la composition chimique de la romanéchite.**

Les analyses faites naguère par Gorgen avait conduit celui-ci à la formule : (Mn, Ba)O. 3 $MnO^2 + H^2O$.

D'autre part, M. Lacroix, considérant que dans ce minéral l'eau était combinée a établi la formule $H^2(Mn, Ba)M^3O^8$.

Mais les analyses de MM. Zambonini et Caglioti qui diffèrent sensiblement de celle de Gorgen conduisent à écrire la formule de la romanechite : $H^2(Mn, Ba)Mn^4O^{10}$.

L. Franchet.

THÉRAPEUTIQUE. — *Paul Vuillemin*. — **Mode d'action de la malariathérapie.**

L'auteur rappelle les succès obtenus après inoculation de *Laverania vivax*, de *Treponema pallidum* et d'autres agents. La malariathérapie et ses succédanés efficaces n'influencent pas, dit-il, le parasite; ils réveillent l'activité de l'organisme en substituant à une infection devenue torpide une infection vive. Les agents utiles ont une propriété commune : ce sont des antigènes dont le principe actif est une protéine. On leur substituera avec avantage des protéines naturelles ou synthétiques dont la formule et le mode d'emploi restent à préciser.

GÉOLOGIE. — *Mlle Eliane Basse* (prés. par M. Ch. Jacob). — **Sur la structure du Massif du Mikoboka et du Plateau de l'Analavelona** (*Sud-ouest de Madagascar*).

Les deux régions sont essentiellement constituées par des terrains crétacés avec coulées basaltiques interstratifiées. Dans l'ensemble, les couches sont légèrement inclinées vers le Sud.

Le plateau de l'Analavelona, protégé de l'érosion par une couverture basaltique tabulaire, en continuité stratigraphique avec celle du Mikoboka, est légèrement incliné vers le Sud-Est, direction suivant laquelle l'entaillent, à pic, deux affluents de Fiherenana : l'Andranohetsa et la Betaola.

— *Raymond Ciry* (pré . par M. Ch. Jacob). — **Présence d'un faciès à Céphalopodes dans le Coniacien du nord-ouest de la province de Burgos (Espagne).**

Aux environs de Masa, de Nidáguila, de Terradillos, de Sedano, etc., l'auteur a observé une faune d'Ammonites nombreuses sinon très variées. Cette faune découverte dans la partie nord-ouest de la province de Burgos, constitue le premier ensemble important d'Ammonites coniaciennes connu en Espagne.

— *Jean Marçais* (prés. par M. Jacob). — **Observations sur la géologie de la région de Tizi Ouzli (Rif oriental).**

Les terrains examinés comprennent d'abord un épisode calcaire assez profond avec *Lytoceras* et *Phylloceras*, qui représente le Jurassique jusqu'au Collovien inclus. Une série marnoschisteuse monotone (terrains dits « à faciès de schistes lustrés » du Dr Russo) se développe ensuite jusqu'au Nummulitique. Elle comporte probablement des lacunes que l'absence de fossiles et l'uniformité des faciès ne permettent pas encore de déceler.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Eichhorn* et *R. Franquet* (prés par M. Molliard). — **Sur la caryocinèse somatique du *Bolbostemma paniculatum* Franquet.**

Chez le *Bolbostemma paniculatum*, Curcubitacée de Chine, on peut admettre l'existence de prochromosomes réels, fournissant directement les chromosomes au moment de la mitose, ceux-ci redonnent à leur tour des prochromosomes à l'interphase. Le noyau quiescent apparaît optiquement vide. Le nucléole ne semble jouer ici encore aucun rôle apparent ians la cinèse. Nul fuseau fibrillaire ne peut être mis en évidence.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Maurice Hocquette* et *L. Arsigny* (prés. par M. Blaringhem). — **Sécrétion par le méristème caulinaire de *Cuscuta epithymum* de substances nocives pour les tissus des hôtes.**

Les cellules du méristème caulinaire de *Cuscuta* secrètent des substances capables d'altérer les tissus étrangers avec lesquels elles entrent en contact. L'effet de cette sécrétion se traduit par des modifications chimiques de la membrane, par la désagrégation du noyau, par l'altération totale du contenu cellulaire accompagnée d'un affaissement de la cavité cellulaire, enfin par la destruction plus tances nocives n'est donc pas une fonction uniquement localisée dans des organes particuliers, les suçoirs, ou dans certaines cellules des suçoirs; les tissus méristématiques possèdent un pouvoir secrétoire analogue et élaborent des substances apparemment identiques à celles des suçoirs.

ANATOMIE. — *Acolat* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Recherches anatomiques relatives à la séparation du sang veineux et du sang artériel dans le cœur de la Grenouille.**

Cette étude est basée sur des coupes en série dans des cœurs de Grenouille fixés en position les uns de diastole, les autres de systole.

La séparation du sang veineux et du sang artériel, lors de leur passage des oreillettes dans le ventricule par l'orifice auriculo-ventriculaire commun, paraît assurée par la cloison interauriculaire. Les circulations générale et pulmocutanée ne peuvent être régulières que si une partie du sang veineux, probablement mélangé à une faible quantité de sang artériel, passe dans la grande circulation.

Les ondes veineuses et artérielles ne peuvent arriver en même temps dans le bulbe, et il apparaît que la séparation des sangs artériel et veineux dans le bulbe ne semble réalisé que d'une façon imparfaite.

ZOOLOGIE. — *Charles Pérez* (prés. par M E. L. Bouvier). — **Sur les racines des Rhizocéphales parasites des Pagures.**

Les observations ont été faites chez le *Peltogaster paguri*, le *Septosaccus cuenoti* et le *Chlorogaster sulcatus*. Le système radiculaire s'y présente d'une façon différente, aussi les racines sont-elles susceptibles de fournir des caractères distinctifs aussi tranchés que ceux de la masse viscérale.

PROTISTOLOGIE. — *Radu Codreanu* (prés. par M. Caullery). — **Sur l'évolution des *Endoblastidium*, nouveau genre de Protiste parasite cœlomique des larves d'Ephémères.**

Les *Endoblastidium* n. gen., parasites cœlomiques des larves d'Ephémères, se caractérisent par des plasmodes, à longue phase trophique au niveau du tissu adipeux de leurs hôtes; leurs sporanges ellipsoïdaux, d'origine holocarpique, à membrane consistante, éliminés par l'anus des Ephémères, aboutissent dans l'eau, à la formation des zoospores à flagellum postérieur unique. L'infection est massive et mortelle, sans exception.

Ces caractères indiquent une parenté étroite entre les *Endoblastidium* et *Cœlomycidium simulii* Debaisieux, Chytridinée parasite de la cavité générale des larves de *Simulium* de Belgique et d'Amérique.

PROTISTOLOGIE MÉDICALE. — *G. Delamare* et *C. Gatti* (prés. par M. H. Vincent). — **Les spirochètes d'une pleurésie enkystée, fétide et passagèrement gangréneuse.**

Dans le pus, extrêmement fétide, d'une pleurésie de l'interlobe gauche observée chez un syphilitique ankylostomiasique, les auteurs ont décelé une quantité considérable de spirochètes variés, accompagnés de quelques B. fusiformes, de nombreux cocci Gram positifs et négatifs, de streptocoques et de bacilles morphologiquement voisins du *B. coli*.

L'association fusospirochétienne dont les éléments constitutifs se sont séparés à la phase initiale, pleurobronchique, de l'infection, s'est reconstituée à la phase terminale de celle-ci pour prendre part à la formation des nodules de nécrose bronchoalvéolaire, tardive et discrète, observés sur des coupes histologiques du poumon gauche, à quelque distance du foyer scissural et après la stérilisation apparente de celui-ci.

P. Guérin.

NOUVELLES

Collège de France. — Le Collège de France célèbre cette année le 4e Centenaire de sa fondation. A cette occasion, il organise à la Bibliothèque Nationale, une exposition commémorative qui ouvrira au mois de juin. Cette Exposition réunira les souvenirs de François Ier, fondateur du Collège et protecteur des humanistes, et les œuvres ou les portraits des savants, qui ont illustré cette grande institution. Toutes communications à ce sujet peuvent être adressées au Secrétaire du Comité d'organisation, M. Pierre d'Espezel, à la *Gazette des Beaux-Arts*, 106, boulevard Saint-Germain.

Société Française de Physique. — L'Exposition annuelle organisée par la Société Française de Physique aura lieu les 20, 21 et 22 mai à l'Institut d'Optique, 3, boulevard Pasteur, Paris (15e).

Exposition Internationale du feu. — Cette 2e Exposition qui comprendra 15 groupes, se tiendra à Paris, au mois de juin. Elle est organisée par l'Œuvre d'encouragement à la prévention du Feu (reconnue d'utilité publique en 1930).

L'Exposition comprendra, en outre, une semaine de la prévention et diverses manifestations, telles que le 3e Congrès international de la prévention et de l'extinction du Feu.

Pour tous renseignements s'adresser au Commissariat général de l'Exposition, au Grand Palais, à Paris.

Vie scientifique et universitaire

Facultés des Sciences. — *Diplôme d'Ingénieur-docteur.* — Sont admis à s'inscrire dans les Facultés des Sciences, en vue du diplôme d'Ingénieur-docteur, les candidats qui justifient de l'un des titres suivants :

I. — Enseignement supérieur.

Université de Paris.

Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université de Paris.

Ecole municipale de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris rattachée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris : titre d'ingénieur-physicien et titre d'ingénieur-chimiste de l'Ecole municipale de Physique et de Chimie industrielle de l'Université de Paris.

Institut d'optique théorique et appliquée de l'Université de Paris : titre d'ingénieur-opticien de l'Université de Paris.

Université d'Aix-Marseille.

Ecole de Chimie de la Faculté des Sciences de l'Université d'Aix-Marseille : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université d'Aix-Marseille.

Université d'Alger.

Titre de chimiste ou titre de géologue-minéralogiste de l'Université d'Alger.

Université de Besançon.

Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de l'Université de Besançon : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université de Besançon.

Institut de chronométrie et de mécanique horlogère de

la Faculté des Sciences de l'Université de Besançon : diplôme d'ingénieur-horloger ou diplôme d'ingénieur-mécanicien horloger de l'Université de Besançon.

Université de Bordeaux.

Ecole de chimie de la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université de Bordeaux.

Ecole de radiotélégraphie annexée à la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux : diplôme d'ingénieur-radiotélégraphiste de l'Université de Bordeaux.

Université de Caen.

Institut de chimie industrielle annexé à la Faculté des Sciences de l'Université de Caen et section industrielle de l'école des Sciences et des Lettes de Rouen : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université de Caen.

Institut technique de Normandie annexé à la Faculté des Sciences de l'Université de Caen : titre d'ingénieur-électromécanicien ou titre d'ingénieur du Génie civil de l'Université de Caen.

Université de Clermont-Ferrand.

Institut de chimie et de technologie industrielle de l'Université de Clermont-Ferrand : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université de Clermont-Ferrand.

Université de Grenoble.

Institut d'électrochimie et d'électrométallurgie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble : titre d'ingénieur-électrochimiste et électrométallurgiste de l'Université de Grenoble.

Institut électrotechnique de l'Institut polytechnique de l'Université de Grenoble : titre d'ingénieur-électricien de l'Université de Grenoble.

Ecole Française de papeterie de l'Institut polytechnique de l'Université de Grenoble : titre d'ingénieur-papetier de l'Université de Grenoble avec justification d'un an de pratique industrielle après la sortie de l'école.

Ecole d'ingénieurs-hydrauliciens de l'Institut polytechnique de l'Université de Grenoble : titre d'ingénieur-hydraulicien de l'Université de Grenoble.

Université de Lille.

Institut de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences de l'Université de Lille : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université de Lille.

Institut électromécanique de la Faculté des Sciences de l'Université de Lille :titre d'ingénieur électromécanicien de l'Université de Lille.

Université de Lyon.

Ecole centrale lyonnaise ou Institut technique supérieur de l'Université de Lyon : titre d'ingénieur de l'Ecole centrale lyonnaise (E. C. L.).

Ecole de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université de Lyon.

Ecole Française de tannerie de la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon : titre d'ingénieur-chimiste (mention tannerie) de l'Université de Lyon.

Université de Montpellier.

Institut chimique de la Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université de Montpellier.

Université de Nancy.

Ecole de brasserie et de malterie de l'Université de Nancy : titre d'ingénieur-brasseur de l'Université de Nancy avec justification d'un an de pratique industrielle après la sortie de l'école.

Ecole supérieure de la métallurgie et de l'industrie des mines de l'Université de Nancy : titre d'ingénieur des industries métallurgiques et minières de l'Université de Nancy.

Institut agricole de l'Université de Nancy : diplôme d'études supérieures agronomiques de l'Université de Nancy, mention ingénieur avec justification d'une troisième année d'études ou d'un an de pratique industrielle après la sortie de l'école.

Institut chimique de la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université de Nancy.

Institut électrotechnique et de mécanique appliquée de la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy : titre d'ingénieur-électricien ou d'ingénieur mécanicien de l'Université de Nancy.

Institut de Géologie appliquée de la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy : titre d'ingénieur-géologue de l'Université de Nancy.

Université de Poitiers.

Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université de Poitiers.

Université de Rennes.

Institut polytechnique de Bretagne à Rennes (Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de l'Université de Rennes) : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université de Rennes.

Institut polytechnique de l'Ouest à Nantes, rattaché à la Faculté des Sciences de l'Université de Rennes (Ecole supérieure de constructions navales et école d'élèves ingénieurs-physiciens) : titre d'ingénieur de l'Institut polytechnique de l'Ouest (I. P. O.).

Université de Strasbourg.

Ecole nationale supérieure du pétrole et des combustibles liquides rattachée à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg : diplôme de l'école nationale supérieure du pétrole et des combustibles liquides, mention géologie ou exploitation ou chimie.

Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université de Strasbourg.

Institut de physique du globe de la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg : titre de géophysicien de l'Université de Strasbourg.

Institut des Sciences géologiques de la Faculté des Sciennieur de l'Université de Strasbourg : titre de géologue-ingénieur de l'Université de Strasbourg.

Université de Toulouse.

Institut agricole de l'Université de Toulouse : titre d'ingénieur de l'Institut agricole de l'Université de Toulouse.

Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse : titre d'ingénieur-chimiste de l'Université de Toulouse.

Institut électrotechnique et de mécanique appliquée de l'Université de Toulouse : titre d'ingénieur-électricien ou d'ingénieur-mécanicien de l'Université de Toulouse.

II. — Enseignement technique.

Ecole centrale des Arts et Manufactures de Paris : titre d'ingénieur des Arts et Manufactures.

Ecole supérieure d'électricité à Malakoff : titre d'ingénieur-électricien ou titre d'ingénieur-radiotélégraphiste ou certificat d'études d'éclairage.

Conservatoire national des Arts et Métiers de Paris : diplôme d'ingénieur du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Ecole supérieure de fonderie de Paris : titre d'ingénieur

de l'Ecole supérieure de fonderie avec justification d'un an de pratique industrielle après la sortie de l'école.

Ecole Française de meunerie de Paris : titre d'ingénieur-meunier, avec justification d'un an de pratique industrielle après la sortie de l'école.

Ecole spéciale des travaux publics, du bâtiment et de l'industrie à Arcueil : titre d'ingénieur des travaux publics, ou architecte, ou électricien ou géomètre ou frigoriste.

Ecoles nationales des Arts et Métiers d'Aix, Angers, Châlons-sur-Marne, Cluny, Lille, Paris, Strasbourg : titre d'ingénieur des écoles d'Arts et Métiers.

Institut chimique de Rouen : titre d'ingénieur, chimiste de l'Institut chimique de Rouen.

Institut industriel du Nord de la France à Lille : titre d'ingénieur I. D. N. électricien, ou mécanicien, ou chimiste.

Ecole d'ingénieurs de Marseille : titre d'ingénieur de l'école d'ingénieurs de Marseille.

Ecole supérieure de Chimie de Mulhouse : titre d'ingénieur-chimiste de l'école de Chimie de Mulhouse.

Ministère des Travaux publics.

Ecole nationale supérieure des mines de Paris : titre d'ingénieur du corps national des mines ou d'ingénieur civil des mines.

Ecole nationale des Ponts et Chaussées de Paris : titre d'ingénieur du corps des Ponts et Chaussées, ou d'ingénieur des constructions civiles.

Ecole nationale supérieure des mines de Saint-Etienne : titre d'ingénieur civil des mines de Saint-Etienne.

Ministère de la Marine Marchande.

Brevet de capitaine au long cours.

Brevet d'officier mécanicien de 1re classe de la Marine Marchande.

Ministère du Commerce et de l'Industrie.

Ecole supérieure des Poids et Mesures à Paris : titre d'ingénieur des Poids et Mesures.

Ministère des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes de Paris : titre d'ingénieur ordinaire des Postes et Télégraphes.

Ministère de l'Air.

Ecole nationale supérieure d'Aéronautique à Paris : titre d'ingénieur du corps de l'aéronautique, ou brevet technique pour officiers et fonctionnaires français détachés, ou titre d'ingénieur civil de l'aéronautique.

Ecole supérieure d'aéronautique et de construction mécanique à Paris : titre d'ingénieur de l'Ecole supérieure d'Aéronautique et de construction mécanique (école supprimée).

Ministère de l'Agriculture.

Ecole nationale des Eaux et Forêts de Nancy : titre de garde général des Eaux et Forêts.

Ecole supérieure du Génie rural à Paris : diplôme d'études supérieures d'agriculture appliquée.

Institut national agronomique à Paris : titre d'ingénieur agronome.

Ecoles nationales d'agriculture à Grignon, Montpellier, Rennes : titre d'ingénieur agricole avec diplôme de l'une des sections d'application :

1° D'aptitude à l'enseignement agricole;

2° D'études supérieures d'agriculture;

3° De spécialité : chimie analytique, chimie agricole, génétique et pathologie végétale, technologie agricole, viticulture;

4° De spécialité : mécanique agricole.

Ecole nationale d'Horticulture de Versailles : titre d'ingénieur horticole.

Ecole des industries agricoles à Douai : diplôme de l'école des industries agricoles, avec justification d'un an de pratique industrielle après la sortie de l'école.

Ministère de la Guerre.

Ecole supérieure technique de l'artillerie de Paris : titre d'officier ancien élève de l'école supérieure technique de l'artillerie.

Ecole Polytechnique à Paris : titre d'ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

Ministère de la Marine militaire.

Ecole d'application du Génie maritime à Paris : titre d'ingénieur du Génie maritime ou d'ingénieur civil des constructions navales.

Ecole d'application de l'artillerie navale à Paris : titre d'ingénieur d'artillerie navale.

Ecole navale (banlieue de Brest) : titre d'officier de marine, ancien élève de l'école navale.

Ecole des élèves ingénieurs mécaniciens de la Marine de Brest : titre d'ingénieur mécanicien de la Marine militaire.

Ministère des Colonies.

Institut national d'agronomie coloniale à Nogent-sur-Marne : diplôme d'ingénieur d'agronomie coloniale.

Gouvernement général de l'Algérie.

Institut agricole d'Algérie à Maison-Carrée (Alger) : titre d'ingénieur de l'Institut agricole d'Algérie, avec justification d'une 3e année d'études ou d'un an de pratique industrielle après la sortie de l'Institut.

Protectorat français en Tunisie.

Ecole coloniale d'agriculture de Tunis : titre d'ingénieur de l'école coloniale d'agriculture de Tunis, avec justification d'un an de pratique industrielle après la sortie de l'école.

Pays du Levant sous mandat français.

Ecole française d'ingénieurs de Beyrouth (Liban) : titre d'ingénieur de l'école française d'ingénieurs.

L'arrêté du 9 juillet 1924 relatif au titre d'ingénieur-docteur est abrogé.

Université de Paris. — *Institut Henri Poincaré.* — M. Victor Henri, Directeur du Laboratoire de recherches à Berre, ancien Professeur à l'Université de Zurich, vient de faire huit conférences sur les « *Spectres moléculaires et la Structure des molécules.* »

Ces conférences ont eu lieu dans l'ordre suivant :

I. — Etats électroniques des molécules biatomiques. Relation avec les états électroniques des atomes. Formation des molécules d'après la mécanique ondulatoire. Rôle du spin des électrons et du spin nucléaire. Molécules ortho et para.

II. — Spectres vibratoires des molécules bi et polyatomiques. Isotopes. Prédissociation et dissociation des molécules.

III. Spectres de rotation des molécules. Moments d'inertie. Isotopes. Dissociation par rotation des molécules.

IV. — Phénomènes de résonance. Conditions d'échange d'atomes entre les molécules. Calcul des conditions de production des réactions chimiques. Grandeurs fondamentales des molécules et énergie d'activation chimique.

— *Faculté de Médecine.* — M. Chailley-Bert est nommé, pour une période de neuf ans, Agrégé de Physiologie.

Muséum national d'Histoire naturelle. — Cours d'Anatomie comparée. — M. R. Anthony, Professeur, a com-

mencé ce Cours le vendredi 17 avril 1931, à dix heures, dans l'Amphithéâtre des Nouvelles Galeries, rue de Buffon. n° 2, et le continuera les lundis et vendredis suivants, à la même heure.

Le Cours sera divisé en deux parties :

1re partie. — *Exposé des résultats des recherches récemment faites au Laboratoire sur l'Anatomie du cerveau des Mammifères.*

2e partie. — *L'évolution et l'anatomie comparée.*

Le Cours sera complété par des démonstrations au Laboratoire et aux Galeries; leurs dates et heures seront annoncées à l'amphithéâtre.

— Cours d'Anthropologie. — M. P. Rivet, Professeur, Conservateur du Musée d'Ethnographie, a commencé ce Cours el lundi 13 avril 1931, à 20 h. 30, au Laboratoire d'Anthropologie, rue de Buffon, n° 61, et le continuera les mercredis et lundis suivants, à la même heure.

Le Professeur fera l'étude des Grandes Civilisations andines sud-américaines.

M. P. Lester, sous-directeur du Laboratoire, fera ensuite aux mêmes jours et heures des conférences sur l'*Ethnologie de l'Afrique orientale.*

— Cours de Culture. — M. Bois, Professeur, a commencé ce Cours le mardi 21 avril 1931, à dix heures, dans l'Amphithéâtre de Zoologie (1er étage), entrée rue Geoffroy-Saint-Hilaire, n° 36, et le continuera, à la même heure, les vendredis et mardis suivants.

Le Professeur traitera le sujet suivant : *Plantes à boissons, exotiques et indigènes, histoire, culture, utilisation.*

Ce cours sera complété, soit par des exercices pratiques, qui pourront avoir lieu le jeudi, à dix heures, au Laboratoire de Culture, rue de Buffon, n° 61, soit par des promenades dans le jardin, les serres, soit par des visites d'établissements techniques.

Les excursions seront annoncées par des affiches spéciales.

— Cours de Physique générale. — M. M. Bridel, Professeur, a commencé ce Cours le vendredi 17 avril 1931, à dix-sept heures et quart, dans l'Amphithéâtre du Laboratoire, 45 *bis*, rue de Buffon, et le continuera le jeudi et le vendredi de chaque semaine, à la même heure.

Dans la première partie de ce Cours, le Professeur traitera des *Propriétés des produits fermentaires utilisés dans les méthodes biochimiques de recherches des sucres et des glucosides dans les végétaux.*

Dans la seconde partie, il étudiera l'utilisation, au laboratoire, de ces méthodes biochimiques.

— Leçons de Dessin appliqué a l'étude des plantes. — M. H. Hissard a commencé ses Leçons le mercredi 15 avril 1931, à 13 heures et demie, et les continuera les samedis et mercredis suivants, à la même heure, dans la salle de Dessin (Porte d'Austerlitz).

Des Leçons auront lieu dans les jardins quand le temps le permettra.

— Leçons de Dessin appliqué a l'étude des animaux. — M. E. Mérite a commencé ses Leçons le lundi 13 avril 1931, à treize heures et demie, et les continuera les jeudis et lundis suivants, à la même heure, dans la salle de dessin (Porte d'Austerliz).

M. Mérite s'occupera spécialement du dessin d'histoire naturelle pour la zoologie, des procédés de reproduction et de l'application des documents scientifiques aux Beaux-Arts.

Des leçons auront lieu dans la Ménagerie quand le temps le permettra.

Université de Bordeaux. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Sont nommés Agrégés, pour une période de neuf ans :

Physiologie : M. Fabre.

Obstétrique : M. Marc Rivière. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Exercices de Mécanique, par M. G. Julia et H. Béghin, Professeurs à la Faculté des Sciences de Paris. Tome I, Fasc. I. In-8° de 340 pages. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris.

Nous présentons ici la première partie du tome I d'un ouvrage dont les Auteurs ont adopté le principe de rédaction suivant : grouper dans le premier volume les exercices destinés à illustrer directement chaque chapitre du cours, l'ordre des chapitres étant l'ordre qui leur paraît préférable pour le cours, et réserver pour le second volume les problèmes de récapitulation dont chacun peut porter sur diverses parties du cours.

Cette manière de faire déterminera certainement l'adhésion de nombreux lecteurs. Sans méconnaître la valeurs des équations de Lagrange, il est annoncé qu'on fera le plus souvent usage des théorèmes généraux, afin de donner aux solutions un caractère plus accessible aux débutants.

On trouvera réunis, dans cette première partie, les exercices sur la théorie des vecteurs, la cinématique du point et du solide, la géométrie des masses et la cinétique. Ces exercices sont ordonnés par difficulté croissante et leur caractère concret contribue à les rendre éducatifs et attrayants.

G. Bouligand.

Les quanta, par G. Déjardin. In-16 de 224 pages avec 34 figures. (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris 1930. — Prix : 10 fr. 50.

La théorie des quanta, formulée par Planck vers 1900, s'est définitivement imposée en physique et le rôle qu'elle y joue est de plus en plus prépondérant. Les progrès récents de la physique théorique, notamment ceux qu'on est convenu de désigner sous le nom de mécanique ondulatoire, loin d'en restreindre le domaine, n'ont fait, au contraire, que l'élargir en le précisant, Le petite livre que M. Déjardin nous donne sur les quanta sera particulièrement apprécié des étudiants. Il constitue une mise au point relativement simple de l'ensemble de la théorie des quanta et de ses applications. L'auteur nous expose successivement : la théorie du rayonnement noir, les chaleurs spécifiques, les phénomènes photo-électriques, la diffusion des rayons X et l'effet Compton, les applications spectroscopiques de la théorie des quanta et les diverses autres applications qui en ont été faites aux phénomènes thermioniques, aux réactions photochimiques, à l'effet Raman, etc. L'ouvrage se termine par un chapitre sur les nouvelles mécaniques quantiques où l'auteur a su résumer un sujet très complexe et en dégager ce qu'il y a de réellement important. L'ensemble constitue donc une monographie donnant, sous une forme élémentaire, les conceptions actuelles relatives aux quanta et montrant tout l'intérêt qu'elles présentent pour l'interprétation des problèmes qui touchent aux relations entre la matière et le rayonnement. A. Bc.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 9 — 69e ANNÉE — 9 MAI 1931

L'ORIGINE DES PÉTROLES[1]

par **Léon BERTRAND**

Professeur à la Sorbonne et à l'Ecole Centrale

L'origine du pétrole a été très controversée depuis qu'on exploite ce précieux liquide dans les profondeurs de la croûte terrestre. Cette question ne présente pas seulement, en effet, un intérêt théorique ou de simple curiosité scientifique; mais elle a une grande importance pratique, car de toute évidence — et cela étant vrai pour toutes les substances utiles existant dans les profondeurs du sous-sol — la recherche du pétrole sera d'autant plus fructueuse qu'on connaîtra mieux ses conditions habituelles de gisement, elles-mêmes sous la dépendance des conditions dans lesquelles il s'est formé. Pour le pétrole, il y a lieu en outre de tenir compte d'un caractère spécial qui vient compliquer le problème. En effet, parmi le grand groupe des *carbures d'hydrogène* susceptibles d'être extraits des roches du sous-sol, on réserve le nom de *pétrole* à ceux des hydrocarbures naturels plus ou moins fluides qui existent *à l'état libre* dans certaines roches et qui peuvent même abandonner celles-ci lorsqu'on les atteint par des forages, ce qui est le procédé normal de leur exploitation.

Grâce à sa fluidité, le pétrole a pu circuler au travers des roches et souvent traverser une épaisseur plus ou moins grande de terrains dans l'intérieur de la croûte terrestre à partir du lieu où il a pris naissance, en un mouvement habituel d'ascension ou de *migration* vers le haut, qui même a pu le faire arriver jusqu'à la surface et s'y disperser sans remède. Dans des conditions favorables, il a pu s'accumuler en gisements exploitables en imprégnant localement certaines roches, soit simplement poreuses, soit présentant parfois de plus grandes cavités, où l'on va le rechercher et qui, lorsqu'avec évidence le pétrole n'a pas de relation d'origine avec elles, sont dites *roches-magasins ou roches-réservoirs*. Quand, au contraire, il est permis de penser que le pétrole se trouve dans les roches mêmes où il a pris naissance, on les qualifie alors de *roches-mères;* mais il paraît tout à fait exceptionnel de trouver des gîtes pétrolifères de quelque importance dans cette situation.

De la solution qu'on sera conduit à donner au problème de l'origine du pétrole dépendra aussi la réponse à une question parfois posée aux géologues, à savoir s'il est possible que les réserves de pétrole exploitées se régénèrent, question évidemment fort importante pour l'avenir. Mais, avant d'aborder ce problème, il me faut préciser brièvement ce qu'est le pétrole et dans quelles conditions géologiques il se trouve.

(1) Conférence faite à l'Institut Océanographique, le 13 décembre 1930.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

A. — Caractères chimiques des pétroles.

Le caractère migrateur du pétrole, conséquence de sa fluidité, que je viens d'indiquer, le différencie des hydrocarbures qu'on obtient par la distillation des *schistes bitumineux* ou des *charbons minéraux* et qu'on a, fort longtemps, considérés comme n'étant pas préexistants dans ces roches et ne se produisant qu'au cours même de leur distillation, en raison de l'opinion classique que ces roches seraient réfractaires à l'action des solvants habituels des carbures d'hydrogène. Mais des recherches très intéressantes d'Amé Pictet, que j'indiquerai plus loin, ont démontré que les charbons gras renferment, en réalité, une portion soluble dans les dissolvants habituels, qui présente une composition semblable à celle d'un pétrole et qu'on peut aussi extraire du charbon par une distillation à température peu élevée et sous une pression très réduite. En ce qui concerne les schistes bitumineux, on peut penser aussi qu'ils renferment réellement des hydrocarbures, mais que ceux-ci sont assez fortement fixés à leurs éléments minéraux par un phénomène physico-chimique d'adsorption colloïdale pour qu'ils ne puissent se libérer que par une action thermique.

Quoi qu'il en soit de cette dernière hypothèse, la distinction entre les hydrocarbures libres des pétroles et ceux qui peuvent exister dans les schistes bitumineux et les charbons est beaucoup moins absolue qu'on le pensait autrefois, et c'est là un facteur dont il semble bien qu'il faille actuellement tenir compte pour l'origine de certains pétroles, tout au moins. Cela n'empêche qu'en pratique, on doive réserver le nom de *pétrole* aux mélanges naturels d'hydrocarbures existant dans certaines roches *à l'état libre*, dans de telles conditions qu'ils en peuvent être facilement extraits sans aucune action thermique, tout au plus en traitant ces roches par des solvants s'il est nécessaire, et qui même, en général, s'en séparent spontanément, en dehors d'une portion retenue par adhérence capillaire, lorsque leur dégagement à l'extérieur est possible.

Cette définition conduit d'ailleurs à réunir aux *pétroles proprement dits*, mélanges liquides plus ou moins visqueux renfermant en solution des hydrocarbures solides à la température ordinaire et d'autres au contraire gazeux, certains gîtes d'hydrocarbures solides existant dans les roches et présentant deux types distincts : d'une part, l'*ozocérite* ou paraffine naturelle, de l'autre, les *asphaltes*, *poix solides* et *pissasphaltes*. Il faut aussi y adjoindre les *gaz naturels* accompagnant généralement les gisements de pétrole, mais se rencontrant parfois seuls, où domine habituellement de beaucoup le méthane, identique au grisou, qui constitue parfois, avec les types voisins, la presque totalité du mélange gazeux.

En ce qui concerne les pétroles bruts, leurs caractères physiques (densité, viscosité, couleur, odeur, température d'inflammation, etc.), ainsi que les résultats de leur distillation fractionnée industrielle, sont extrêmement variables et en rapport avec de grandes différences de composition chimique, dans le détail desquelles je ne saurais entrer ici et qui résultent de variations étendues dans la nature et les proportions des divers carbures liquides qui en constituent le fond, ainsi que des carbures solides ou gazeux dissous. Les différentes séries d'hydrocarbures que l'on distingue en chimie organique peuvent s'y trouver représentées, mais dans des proportions très inégales. Sans pouvoir insister ici sur cette question, je dois toutefois indiquer que, dans la grande majorité des cas, ce sont les *hydrocarbures saturés* qui prédominent de beaucoup dans la constitution des pétroles naturels, pouvant appartenir à deux séries bien distinctes. D'une part, certains pétroles sont essentiellement formés de *carbures forméniques* C^nH^{2n+2}, à chaîne ouverte, ayant comme premier terme le formène ou méthane CH^4 et qui, à la suite de quelques termes gazeux entrant comme le méthane dans la constitution normale des gaz naturels, comprennent ensuite une série de carbures liquides (depuis le pentane C^5H^{12} jusqu'au terme $C^{15}H^{32}$) constituant le fond de ces pétroles, puis des carbures solides à la température ordinaire qui sont les *paraffines*. Aussi ces *pétroles forméniques*, encore dénommés *pétroles paraffineux*, qui sont légers, mobiles et de teinte claire, et dont le type le plus classique est fourni par ceux de Pennsylvanie, ont-ils souvent laissé dans leurs anciens gisements, par un départ spontané des carbures gazeux et liquides les plus volatils, un résidu composé essentiellement de paraffine, qui est l'*ozocérite* dont j'ai parlé précédemment.

D'autre part, parmi les carbures à chaîne fermée ou cycliques, dominent de beaucoup, en général, les *carbures naphténiques*, aussi saturés, de formule $(CH^2)^n$, tandis que les carbures aromatiques, non saturés, de même que ceux des séries éthylénique C^nH^{2n} et acétylénique C^nH^{2n-2} parmi ceux à chaîne ouverte ne se rencontrent en forte proportion que dans certains types exceptionnels de pétrole. Les *pétroles naphténiques*, tels ceux de Bakou, sont plus denses que les précédents, visqueux et de teinte brun foncé ou noire ; on les désigne aussi, dans la pratique, sous le nom de *pétroles asphaltiques* parce que, par départ de leurs éléments les plus volatils, ils ont laissé souvent un résidu noir, plus ou moins poisseux, comme il a été dit plus haut, résultant en général d'une polymérisation ayant donné des carbures à

très grosses molécules par une soudure de plusieurs chaînes fermées, accompagnée souvent, dans les gisements superficiels, d'une oxydation ou résinification.

On peut d'ailleurs rencontrer aussi des types mixtes, intermédiaires entre les deux précédents, qui seront alors *paraffino-asphaltiques*.

Quant aux *gaz naturels* emprisonnés dans les gisements de pétrole et en partie dissous dans les carbures liquides, ou bien liquéfiés grâce à la pression existant à la profondeur des gisements, leur proportion peut être très variable par rapport à celle du pétrole proprement dit ; dans certains cas, elle peut dépasser, et même de beaucoup, celle des hydrocarbures liquides ; parfois même on ne rencontre que des gaz sans pétrole dans certains forages. En tout cas, leur pression dans le gisement est de grande importance pour l'exploitation des gîtes pétrolifères rencontrés par les forages, provoquant l'afflux et une ascension plus ou moins grande du pétrole dans ceux-ci. Dans certains cas même, la pression développée par des gaz peut être considérable, parfois dépassant 100 atmosphères, et c'est ainsi que dans certains sondages dits *éruptifs*, le pétrole jaillit brutalement lorsqu'on atteint le gisement, pouvant parfois détruire le matériel de forage si l'on n'a pas pris à l'avance des précautions convenables ou du moins s'écoulant en pure perte pendant quelque temps et même amenant avec lui une grosse masse du sable pétrolifère du gisement dont l'entraînement peut alors provoquer des éboulements souterrains. Aussi est-il généralement préférable, pour l'avenir d'un gisement, de n'y rencontrer qu'une pression modérée des gaz dont on cherche même actuellement, après les avoir autrefois laissés se dégager librement, à régler le débit par des dispositifs spéciaux pour prolonger leur action propulsive du pétrole vers les forages dans les couches pétrolifères, en même temps qu'on les canalise pour actionner les moteurs nécessaires aux autres forages en cours dans le champ pétrolifère, voire même pour le chauffage, l'éclairage et les besoins d'industries locales.

B. — Distribution géologique des gisements pétrolifères.

Après avoir envisagé rapidement ce qu'est le pétrole, il nous faut maintenant examiner très brièvement les grandes lignes de la distribution géologique de ses gisements à la surface du globe. En ce qui concerne, en premier lieu, *l'âge géologique des terrains pétrolifères*, s'ils se rencontrent de préférence, suivant les régions, dans certaines formations géologiques, en réalité aucune de ces formations n'est exclue si l'on envisage l'ensemble du globe, à l'exception des terrains cristallins et des roches éruptives, où ils ne se trouvent qu'à titre exceptionnel et pour ainsi dire anormal. Sous cette réserve, on peut dire que *les gîtes pétrolifères peuvent se rencontrer dans des formations sédimentaires d'un âge quelconque*, mais sous certaines conditions inhérentes à leur constitution et aussi à leur disposition structurale.

En ce qui regarde le premier point de vue, ainsi que je l'ai déjà indiqué au début de cette conférence, ce n'est que d'une façon assez exceptionnelle que les pétroles se trouvent remplissant des cavités plus ou moins irrégulières dans des calcaires ou des dolomies, formant un réseau de petits canaux au travers de ces roches plutôt que de grandes « poches » comme on le dit trop souvent. Mais, dans la grande majorité des cas, les pétroles imprègnent simplement des *roches poreuses*, dont ils ont localement rempli les interstices plus ou moins capillaires, comme c'est le cas pour les *sables* à grain tantôt fin, tantôt grossier, qui constituent le type habituel des roches-magasins, ou encore pour des *grès poreux* dont les grains sableux n'ont été qu'incomplètement cimentés.

Les conditions les plus favorables à l'accumulation du pétrole ont été réalisées lorsque ces roches sableuses ne se présentaient pas en grandes masses, mais formaient au contraire des lits alternant avec des couches argileuses, ou même plutôt de véritables lentilles interstratifiées dans une formation argileuse. Celle-ci était difficilement perméable aux hydrocarbures ; mais elle a pu toutefois être traversée lentement par eux sous une pression suffisante. On s'explique ainsi que la migration ait fait monter le pétrole dans les couches sableuses successives jusqu'à ce que cette pression, décroissant graduellement à la fois par la perte de charge se produisant à la traversée de chacune des couches argileuses et par l'expansion des hydrocarbures dans les couches sableuses, ainsi que par l'abaissement de température en se rapprochant de la surface, n'ait plus permis la traversée des couches argileuses supérieures, produisant ainsi l'arrêt de l'ascension du pétrole. Dans de grandes masses sableuses, au contraire, les hydrocarbures auront pu se diffuser sans les saturer et, en tout cas, en y perdant le minimum de pression nécessaire pour l'exploitation.

Il faut d'ailleurs remarquer que, même pour les sables les mieux imprégnés, une partie seulement du pétrole peut être extraite par les forages, une portion souvent bien plus importante restant retenue dans le sable par les phénomènes d'adhérence capillaire, en sorte que la portion ainsi exploitable n'est souvent que de l'ordre de 1/4 à 1/3 du total des hydrocar-

bures imprégnant les sables pétrolifères, ce qui peut d'ailleurs donner lieu ultérieurement à une exploitation par galeries permettant d'extraire une partie du pétrole restant, ainsi qu'on a commencé à le faire à Pechelbronn.

Or, les formations géologiques présentant les alternances particulièrement favorables de lits sableux et argileux sont celles que les géologues désignent sous le nom de *flysch* et qui se sont généralement déposées dans d'anciens bassins de sédimentation peu profonds existant de préférence au bord des anciennes aires océaniques et des anciennes chaînes continentales en voie de surrection, parfois formant des dépressions au milieu des aires continentales. Mais, dans tous les cas, ces bassins ont présenté le caractère commun que leurs dépôts, bien que formés sous une faible profondeur d'eau, s'y sont accumulés sur des épaisseurs considérables, atteignant souvent plusieurs milliers de mètres, ce qui implique nécessairement que *le fond de ces mers peu profondes, lagunes ou lacs isolés, s'enfonçait graduellement à mesure que s'y faisait la sédimenmentation.*

D'autre part, en ce qui concerne la disposition structurale la plus habituellement réalisée par les couches pétrolifères, on a reconnu, depuis qu'on exploite les pétroles d'une façon méthodique, que très généralement les gîtes exploitables se rencontrent *sous les plis anticlinaux de faible ou de moyenne amplitude* (fig. 1)

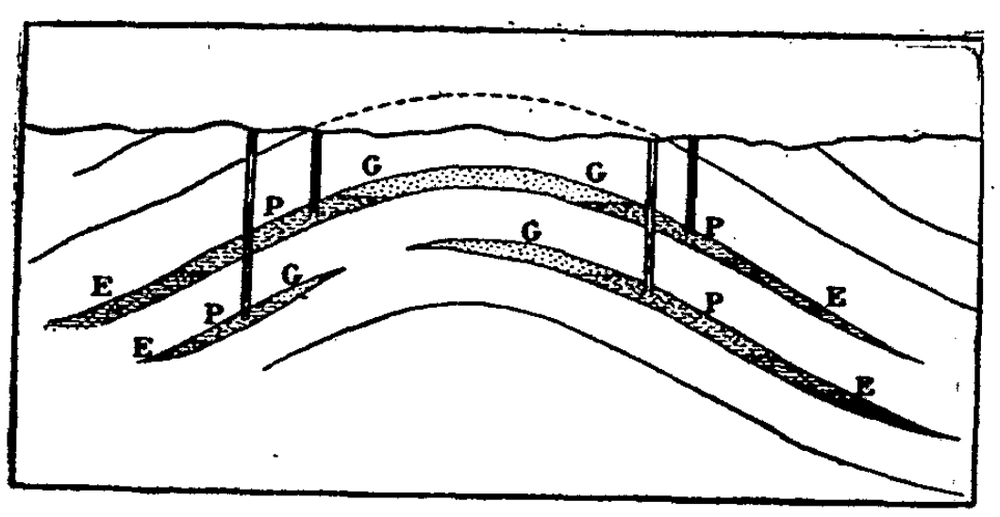


Fig 1. — Schéma de la distribution des gaz (G), du pétrole (P) et d'eau salée (E) dans les couches ou lentilles sableuses intercalées dans une formation ayant le caractère d'un « flysch » et présentant une allure anticlinale.

intéressant les couches déposées en bordure des chaînes formées de terrains très plissés. On sait que ces chaînes plissées ont successivement accidenté la surface du globe : soit qu'il s'agisse de celles relativement récentes du système alpin, présentant encore en grande partie leur relief originel, soit au contraire que, plus anciennes et d'âge primaire, elles aient perdu depuis longtemps leur relief par érosion et ne soient plus guère reconnaissables que par la disposition très plissée et disloquée des couches géologiques sur leur emplacement. Dans la zone de bordure en question, le plissement s'atténue en général graduellement à mesure que l'on s'éloigne des parties axiales de la chaîne vers son « avant-pays » et, lorsque les couches y sont pétrolifères, les gîtes exploitables, généralement liés aux ondulations anticlinales qu'elles présentent, disparaissent d'ordinaire lorsque les couches sont devenues horizontales et dépourvues de toute ondulation.

D'autre part, si, inversement, on pénètre dans les zones de couches très plissées en s'approchant des parties axiales des chaînes, actuelles ou anciennes, on constate aussi que celles-ci sont très généralement dépourvues de gîtes pétrolifères. Cela peut tenir, à la fois, aux compressions énergiques qu'ont subies les couches et qui en ont expulsé les hydrocarbures liquides ou gazeux qui pouvaient s'y trouver ; à des phénomènes de métamorphisme ou de recristallisation des anciens sédiments ayant eu le même résultat, mais plutôt, en général, à des différences initiales dans la nature des couches sédimentaires de ces régions axiales par rapport à celles des régions de bordure. En effet, ces couches se sont déposées dans d'anciens *géosynclinaux*, c'est-à-dire dans les régions profondes des anciens domaines océaniques des temps géologiques, et elles sont généralement constituées par des séries très uniformes d'anciens sédiments argileux, à peu près entièrement dépourvues des lits sableux que nous savons être les roches-magasins habituelles, alors que, par contre, ces lits sableux abondent dans les dépôts de « flysch » formés dans les dépressions marines peu profondes ou lagunaires ayant existé à la périphérie des anciens océans. Si nous anticipons, d'autre part, sur la théorie de la formation organique, nous pouvons aussi observer que les dépôts des grands fonds géosynclinaux ont été bien moins riches en matières organiques que ceux des régions littorales.

Nous trouvons un exemple très net de cette distribution des gîtes pétrolifères à la limite des zones plissées et des régions restées tabulaires et, corrélativement, des anciens domaines océaniques et continentaux, dans l'Amérique du Nord, où ces gisements peuvent se diviser en plusieurs groupes, dans des terrains d'âge géologique extrêmement variable, depuis des couches primaires très anciennes jusqu'aux formations les plus récentes: Un premier groupe comprend les gîtes pennsylvaniens (fig. 2), prolongés par ceux du centre des Etats-Unis, au bord nord de l'ancienne chaîne des Appalaches, d'âge hercynien (fin de l'ère primaire) ; un autre groupe (fig. 3) longe le pied oriental des Montagnes-Rocheuses, chaîne produite à la limite des ères secondaire et tertiaire, jusque vers le bord du Golfe du Mexique. Le groupe des gisements californiens, au contraire, se trouve du côté

opposé de la grande chaîne qui court depuis l'Alaska jusqu'au Mexique et si, au premier abord, certains gisements situés vers le Colorado, au milieu de cette grande aire monta

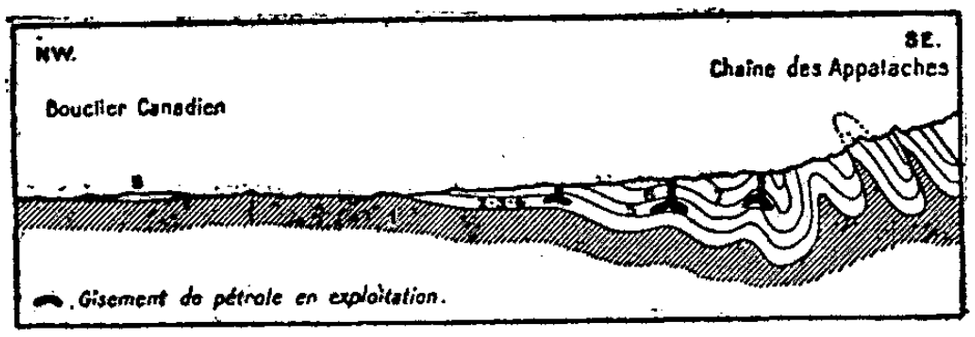


Fig. 2. — Coupe schématique des gîtes pétrolifères de Pennsylvanie.
1. Schistes cristallins ; 2, 3, 4. Précambrien, Cambrien et Silurien ; 5. Dévonien ; 6 et 7. Carbonifère.

gneuse, semblent échapper à la loi générale que je viens d'indiquer, il n'en est rien en réalité, car il s'agit d'un bloc ayant pratiquement échappé aux plissements intenses qui paraissent donc bien exclure l'existence des gîtes pétrolifères.

Si, d'autre part, nous envisageons la dis-

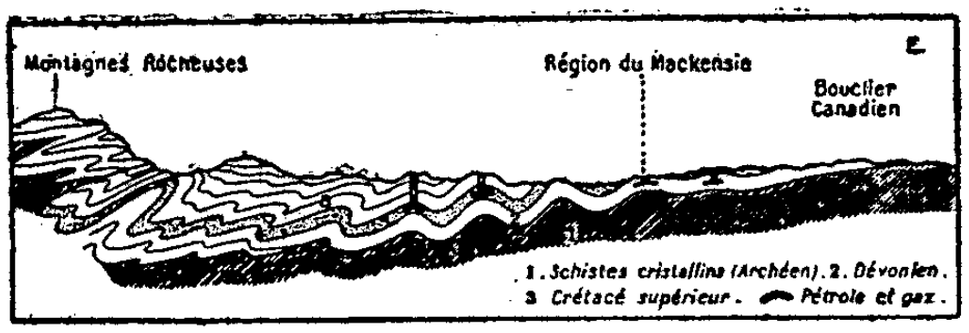


Fig. 3. — Coupe schématique des gîtes pétrolifères dans l'Ouest du Canada.

tribution des gîtes pétrolifères dans toutes les autres régions du globe (fig. 4), nous les voyons suivre fidèlement les deux bords des grandes chaînes des systèmes alpin et andin et aussi des anciens grands géosynclinaux qui les avaient précédées à l'ère secondaire, alors que les parties axiales de ces chaînes en sont dépourvues (fig. 5).

***

Ce sont là des faits d'une importance très générale et que l'on ne saurait méconnaître lorsqu'on cherche à s'expliquer l'origine des pétroles. Somme toute, *les grands gisements épars à la surface du globe ne se rencontrent pas distribués au hasard, mais au contraire ils sont en relation étroite avec certaines conditions géologiques générales.* On peut résumer celles-ci en disant que le pétrole se rencontre généralement dans des formations géologiques produites, à des époques d'ailleurs variables de l'histoire du globe suivant les régions consi-dérées, par une sédimentation d'un caractère peu profond, littoral ou même lagunaire, vers la limite du domaine océanique, voire même parfois dans des dépressions isolées à la surface des anciens continents. Il est, en outre, nécessaire que ces aires de sédimentation se soient progressivement enfoncées de façon à enfouir des épaisseurs considérables de dépôts et que ceux-ci comprennent des alternances répétées de couches sableuses et argileuses dans le cas habituel, ou parfois des intercalations de couches calcaires vacuolaires ayant aussi pu jouer le rôle de roche-magasin.

C. — L'origine des pétroles.

Les notions précédentes étant acquises, nous pouvons maintenant examiner à leur lumière les différentes théories par lesquelles on a expliqué la genèse des pétroles et qui, en gros, reviennent à deux groupes fondamentaux : 1° certains auteurs, dont la plupart sont des chimistes, optent pour une *origine inorganique*, d'après laquelle le pétrole résulterait de réactions chimiques se produisant en profondeur et n'utilisant que des éléments inorganiques existant naturellement dans les profondeurs de la croûte terrestre ; 2° les autres auteurs, principalement parmi les géologues, admettent au contraire une *origine organique*, à partir de matières animales ou végétales enfouies dans les anciens sédiments et décomposées suivant un mode particulier.

1° *Origine inorganique.*

L'origine inorganique est d'ailleurs entendue de façons différentes suivant les auteurs. Les uns, à la suite de la production de l'acétylène par Berthelot (1866), ont admis que le pétrole se formerait à partir de la réaction, en profondeur, de l'eau sur des carbures métalliques, donnant naissance à de l'acétylène, et aussi sur des métaux alcalins, produisant de l'hydrogène naissant qui, en hydrogénant l'acétylène, donnerait naissance aux différents types d'hydrocarbures saturés ou plus voisins de la saturation existant dans les pétroles. Cette théorie de la formation dite *hypogène* des pétroles, qui ne rendrait d'ailleurs aucun compte de la distribution des gisements, est évidemment très hypothétique, comme toutes les suppositions que l'on peut faire sur la constitution des parties profondes du globe, et elle n'est fondée que sur des expériences de laboratoire.

Les plus importantes à cet égard ont été celles de Sabatier et Senderens, qui ont obtenu les carbures forméniques, naphténiques et aromatiques par hydrogénation de l'acétylène à des températures croissant depuis la température ordinaire pour les premiers sans dépasser

300° pour les derniers, sous l'action catalytique de nickel ou de fer réduits. Mais une telle explication, que ses auteurs n'ont d'ailleurs pas présentée comme devant être le mode général de formation des pétroles, suppose un concours de circonstances difficilement admissible, telle la présence simultanée de carbures métalliques, de métaux alcalins libres et de nickel ou de fer réduits. Aussi, pour éviter cette coexistence problématique, d'autres auteurs ont-ils plus récemment admis, sans d'ailleurs préciser beaucoup, que les pétroles résulteraient directement de condensations et polymérisations d'hydrocarbures résultant de l'action de l'eau sur des carbures métalliques. Ajoutons que, si Sabatier et Senderens ont bien obtenu les différents groupes d'hydrocarbures existant dans les pétroles, ces pétroles synthétiques ne présentent pas le caractère de la polarisation rotatoire des pétroles naturels, sur lequel nous reviendrons.

Pour d'autres auteurs, les pétroles auraient une *origine volcanique* et seraient ainsi dus à des manifestations fumerolliennes de l'activité interne de notre globe. Cette opinion est fondée sur les dégagements de méthane et d'hydrocarbures voisins lors des éruptions volcaniques, sur la présence de produits bitumineux dans les vacuoles de roches éruptives et sur le fait, résultant d'expériences d'Armand Gautier, que les roches éruptives de profondeur ont retenu dans leur masse, pendant leur refroidissement, des gaz contenant en particulier ces hydrocarbures. Elle s'appuie aussi sur la coexistence fréquente de gisements de pétrole et des lignes d'activité volcanique dans les îles de la Sonde et sur la bordure du Pacifique. Mais on a démontré, à cet égard, qu'en beaucoup de points le pétrole était formé avant le début du volcanisme et il est naturel, d'autre part, que les dislocations du sous-sol, favorables à la montée des produits volcaniques, le soient aussi à l'ascension du pétrole, en sorte que ces deux faits présenteraient entre eux *la relation existant entre deux effets d'une même cause et non une relation directe de cause à effet*. Il faut, d'autre part, ajouter que, dans certains cas, la montée de magmas fondus a pu agir indirectement en provoquant une migration de pétroles préexistant en profondeur, avec des phénomènes de distillation ou de « cracking » ayant pu en modifier la composition et le caractère. Dans quelques cas même, il a pu se produire de faibles quantités d'hydrocarbures à leur contact par une action directe sur de simples matières organiques charbonneuses contenues dans les couches traversées par ces masses ignées, ainsi qu'on l'a reconnu en Afrique Australe et en Ecosse où des recherches fondées sur de tels indices sont restées stériles.

Il semble donc bien que, sauf dans des cas très exceptionnels, les hydrocarbures fumerolliens, de même que ceux qui pourraient provenir des réactions hypogènes mises en avant par divers chimistes, n'ont pas dû jouer un rôle effectif dans la production des gisements *exploitables* de pétrole et qu'ils n'aient pu, tout au plus, donner lieu qu'à de petites accumulations locales et très restreintes d'hydrocarbures, ayant au surplus des caractères chimiques de produits de « cracking » plutôt que de pétrole. Parmi les géologues, il n'y a d'ailleurs guère eu qu'un auteur roumain, Murgoci, qui ait admis que les pétroles ont une origine due à l'existence de masses ignées basiques profondes en voie de solidification, d'où se dégageraient des hydrocarbures, surtout gazeux, montant suivant des lignes de dislocation et qui se seraient condensés en pétrole par un phénomène de polymérisation.

2° *Origine organique.*

La plupart des géologues, en effet, ainsi même que d'assez nombreux chimistes, sont partisans d'une origine organique, par une décomposition particulière de matières, soit animales, soit végétales, résultant d'une *fermentation* produite à l'abri de l'oxygène de l'atmosphère, sous l'eau des mers ou lagunes, ou bien après leur enfouissement dans les sédiments. D'autres auteurs pensent plutôt à une sorte de *distillation* effectuée dans des conditions particulières de température et de pression sur les matières grasses enfouies dans les sédiments, conformément aux expériences qui ont été la base de cette théorie.

Celle-ci a, en effet, pris naissance à peu près en même temps que celle de l'origine inorganique et elle a été aussi étayée sur des expériences de laboratoire, car, dès 1863, Laurent obtint des carbures forméniques par distillation d'acides gras dans un courant d'eau surchauffée. Puis, Engler, répétant cette expérience en distillant sous pression, à l'autoclave, d'abord une grosse quantité d'huile de foie de morue, puis des matières grasses variées, animales et végétales (stéarine, palmitine), obtint une forte proportion (environ 60 % pour l'huile de foie de morue) d'une huile fluorescente, semblable aux pétroles forméniques, et des gaz combustibles. En variant les conditions d'expérimentation, Engler put aussi obtenir des carbures naphténiques et benzéniques, ainsi que de la vaseline et de la paraffine, c'est-à-dire tous les éléments essentiels des pétroles naturels. Il en conclut, avec son collaborateur Von Höfer, que le pétrole s'est produit, dans le cours des temps géologiques, par transformation des matières gras-

ses des organismes marins et principalement des animaux marins littoraux (poissons, mol-

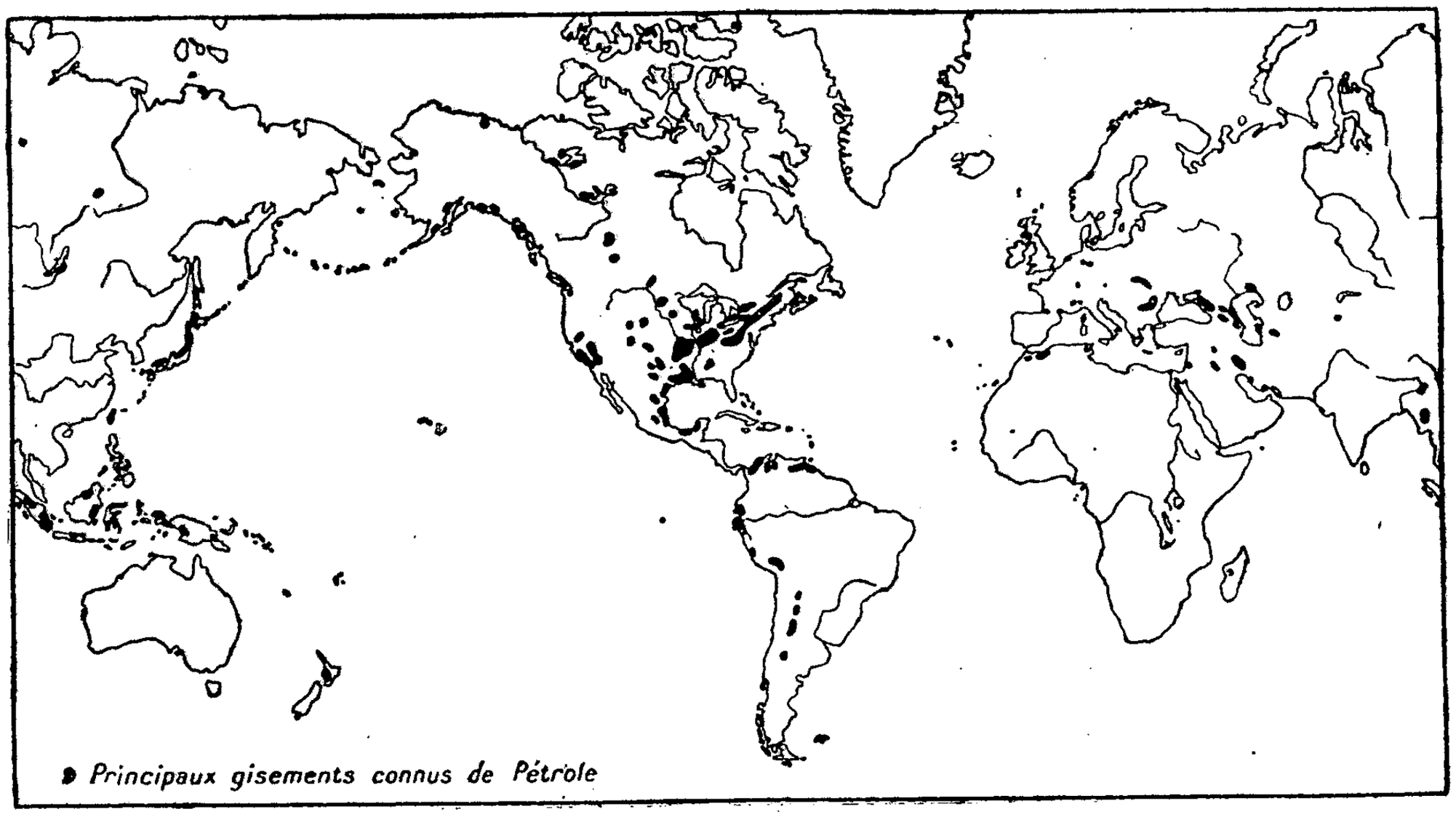


Fig. 4. — Distribution des principaux gîtes pétroli fères à la surface du globe.

lusques, etc.), enfouis dans les sédiments, sous l'action de la pression et de la température élevées auxquelles ceux-ci sont portés par la superposition de couches plus récentes.

Un autre chimiste également partisan de l'origine organique, Kraemer, a considéré, par contre, les pétroles américains de Pennsylvanie comme provenant des masses énormes de *végétaux* de l'époque carbonifère, en sorte que, presque dès les débuts de la théorie organique

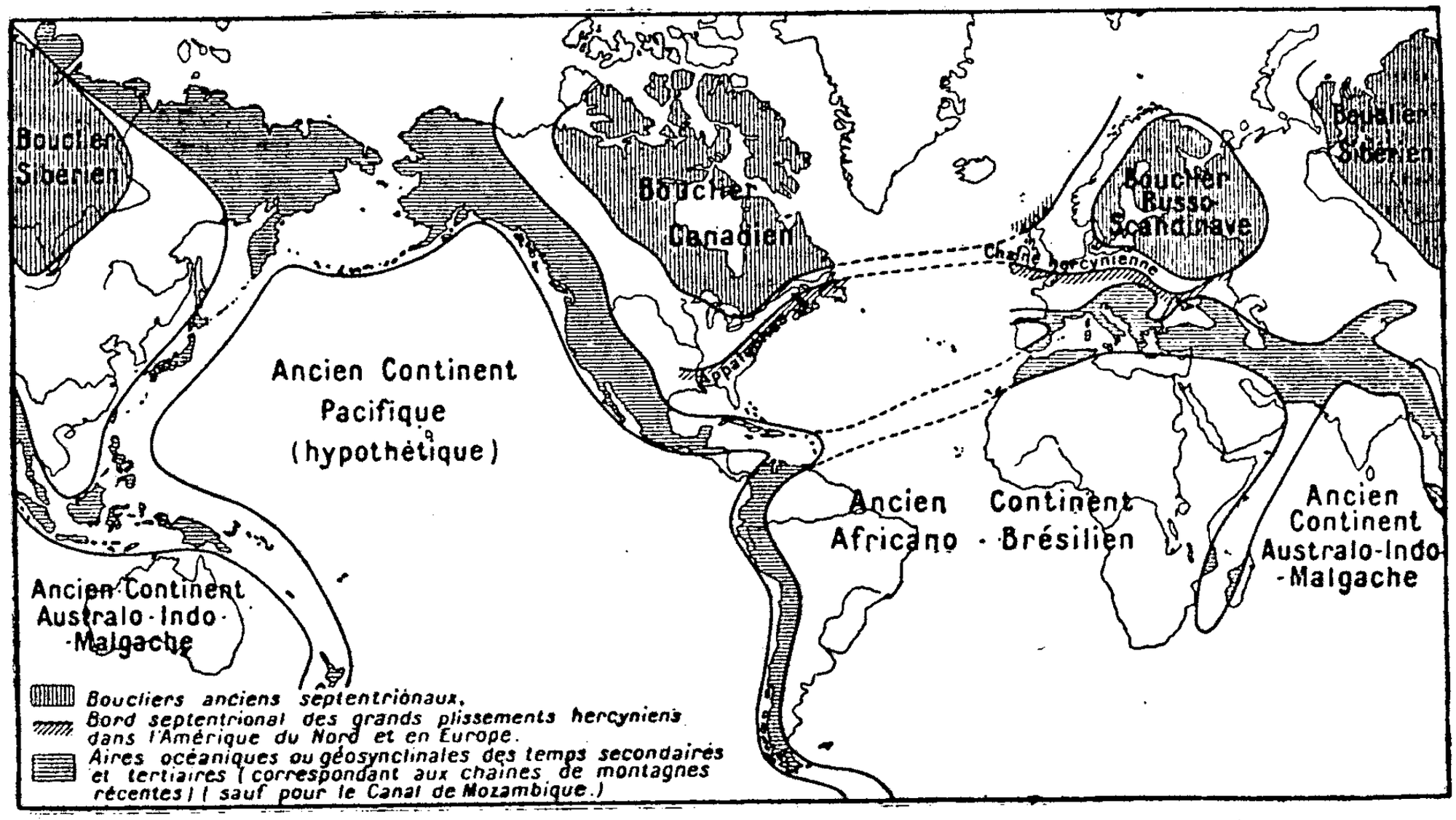


Fig. 5. — Les grandes lignes de la structure géologique du globe, en relation avec la distribution des gisements de pétrole.

de la formation des pétroles, s'est posée la question d'une dualité d'origine.

Cette théorie s'est précisée par l'étude de la transformation des débris organiques dans la nature, qui doit éclairer aussi la formation des charbons et autres roches carbonées. Si ces débris sont soumis à l'action de l'oxygène de l'air, soit qu'ils séjournent à l'air libre, soit après enfouissement dans des terrains perméables parcourus par des eaux d'infiltration aérées, la matière organique se détruit entièrement par une oxydation, véritable combustion lente transformant, en particulier, le carbone en CO^2 et l'hydrogène en H^2O, sous l'action des microorganismes aérobies. A l'abri de l'air, au contraire, par exemple au fond des eaux stagnantes non aérées, intervient l'action des microorganismes anaérobies qui agissent d'une tout autre façon ; il se dégage du méthane et il reste un résidu pouvant résulter de deux processus différents, ainsi que l'a montré Potonié :

1° Ou bien il se produit un phénomène d'*incarbonisation*, phénomène principal de la transformation des débris végétaux ordinaires, ligneux et cellulosiques, en charbons minéraux, qui se traduit par un enrichissement relatif en carbone et par un départ progressif de l'hydrogène et de l'oxygène des matières organiques ;

2° Ou bien, par un type spécial de putréfaction s'exerçant de préférence sur les matières grasses et consistant essentiellement en une réduction, il se produit un enrichissement simultané en carbone et en hydrogène, avec départ d'oxygène seulement, qui constitue le processus de *bituminisation* et qui explique la formation des hydrocarbures des pétroles, ainsi que des charbons spéciaux formés esentiellement de pollen, de spores et d'algues microscopiques (cannel-coal et boghead) et des schistes bitumineux.

Cette origine des pétroles aux dépens surtout des matières grasses, ou de matières très voisines des graisses, telles que la cuticule des spores et des grains de pollen, est d'ailleurs appuyée par l'existence du pouvoir rotatoire des pétroles synthétiques obtenus par voie organique et qui serait provoqué par la présence de certains alcools spéciaux, dits cholestérol et phytostérol, trouvés respectivement dans les matières grasses animales et végétales.

D'ailleurs, si les deux modes de transformation par incarbonisation et par bituminisation sont distincts en théorie, il ne s'ensuit pas que dans la nature ils se soient produits séparément et il est intéressant, à cet égard, de rappeler sommairement les résultats des expériences d'Amé Pictet et de ses collaborateurs sur la constitution de la houille. Ainsi que je l'ai indiqué précédemment, il était depuis longtemps classique que les charbons ne contiennent pas d'hydrocarbures solubles dans leurs solvants habituels, et ceux qu'on en extrait par la distillation habituelle des usines à gaz ne rappellent nullement la composition des pétroles. Mais, en distillant de la houille grasse sous une très faible pression, ce qui permet d'achever la distillation à une température ne dépassant pas 450°, Pictet a obtenu des résultats entièrement nouveaux.

Avec des gaz d'une odeur différente de celle du gaz d'éclairage et de l'eau *acide* (et non ammoniacale), il a obtenu un goudron particulier, huileux, translucide, doué d'une fluorescence verte et d'une odeur de pétrole, formé d'environ 30 % d'hydrocarbures saturés de la série naphténique, avec 68 % d'hydrocarbures des séries aromatiques et 2 % d'alcools particuliers à odeur de menthol, se transformant ensuite spontanément en phénols. Mais, si l'on chauffe au delà de 450°, ce goudron redonne celui des usines à gaz, ses carbures saturés de la série naphténique perdant 6 atomes d'hydrogène pour devenir benzéniques.

On ne peut d'ailleurs admettre que ces hydrocarbures se produisent seulement au cours de la distillation à basse température, car Pictet a obtenu le même liquide goudronneux en traitant la houille par des solvants. D'autre part, la distillation fractionnée de ce liquide extrait de la houille a montré que les hydrocarbures ainsi séparés sont des isomères de ceux qu'on obtient par la distillation du pétrole de Bakou et même rigoureusement identiques à des hydrocarbures de pétroles américains. Même un hydrocarbure particulier qui n'était connu jusqu'alors que dans la cire des abeilles, le mélène, ayant été obtenu dans la distillation de ce liquide, Pictet l'a recherché et retrouvé dans les paraffines et les huiles de graissage de Galicie.

Il paraît donc fondé d'admettre, avec lui, que si ce liquide n'est rigoureusement identique à aucun pétrole naturel pris isolément, tous ses éléments sont des éléments de pétrole et que c'est un pétrole. D'ailleurs, ce liquide possède aussi le même pouvoir rotatoire que les pétroles, disparaissant vers 450° quand commence la pyrogénation.

Or, manifestement, dans le cas en question, les deux processus d'incarbonisation et de bituminisation ont dû se faire simultanément aux dépens des débris végétaux et il est permis d'admettre, avec Pictet, que la cellulose et la lignine ont fourni, par incarbonisation, le fond du charbon, tandis que les résines, cires, graisses végétales et autres produits de sécrétion ont donné, par bituminisation, les hydrocarbures qui constituent le liquide ayant le type d'un pétrole, que Pictet a dénommé la « partie résineuse de la houille ».

Quoi qu'il en soit, on peut admettre, avec Potonié, que les matières organiques, soit végétales, soit animales, accumulées au fond des eaux stagnantes des lagunes ou sur le fond de la mer au-dessous de la zone très superficielle d'agitation par les vagues ou les courants, et mélangées aux dépôts d'origine minérale qui constituent le fond des sédiments, arrivent à constituer une sorte de boue organique qu'il a appelée un « sapropel ». Le fond inorganique de ce dépôt sera principalement argileux ou parfois calcaire, plutôt que sableux, les sables se déposant surtout dans les eaux agitées et aérées de l'extrême littoral, qui ne sont pas favorables à la bituminisation des matières organiques, celles-ci s'y décomposant immédiatement après la mort des animaux ainsi qu'on peut le constater en ne trouvant que des coquilles vides dans le sable des plages.

En se durcissant ultérieurement par départ de l'eau qui en constitue une partie importante lors de son dépôt, une telle boue donnera une *roche argileuse* ou parfois *calcaire*, riche en produits de transformation des matières organiques, dite « sapropélite », qui constituera une *roche-mère de pétrole*. Comme, d'autre part, le pétrole exploitable se rencontre habituellement dans des sables ou des grès tendres résultant d'une cimentation incomplète de sables, il faut admettre que, dans ces roches-magasins, le pétrole n'est pas dans son gisement originel, mais en *gisement secondaire*, ayant émigré de sa roche-mère. Ces faits peuvent d'ailleurs s'appliquer aussi bien à une origine principalement végétale qu'animale des matières organiques ayant donné naissance au pétrole.

C'est ainsi que beaucoup d'auteurs américains, ainsi que l'auteur anglais Craig, admettent que les faits sont nettement en faveur de la conception que la plus grande partie du pétrole a été formée par des restes végétaux analogues à ceux qui ont donné naissance aux charbons, et appartenant pour la plupart à des *végétaux arborescents terrestres*, comme l'avait pensé Kraemer à l'origine des théories organiques. Les débris de ces végétaux auraient été accumulés dans de grandes lagunes ou de grands estuaires ou deltas au bord du domaine maritime et immédiatement enfouis sous des sédiments, soit d'eau douce ou saumâtre, soit marins, suivant les oscillations de rivages très plats. De même que pour la formation des charbons, ces débris végétaux peuvent résulter en partie d'une végétation luxuriante ayant vécu sur place, sur les terres à fleur d'eau ou même dans les estuaires ou les lagunes, comme cela a lieu dans la flore actuelle des pays tropicaux pour les palétuviers, et aussi en partie par des débris transportés par les cours d'eau.

Il importe d'ailleurs de remarquer qu'en diverses régions pétrolifères (Birmanie, îles de la Sonde, Trinité, etc.), les mêmes formations géologiques peuvent devenir charbonneuses dans des localités voisines. Les deux types peuvent même parfois s'intercaler l'un dans l'autre, les débris végétaux les plus gros, les troncs d'arbres par exemple, subsistant seuls à l'état de charbon, alors que les menus débris ont tous disparu et que le fond organique est transformé en pétrole. Les parties pétrolifères sont celles où il existe le plus de couches argileuses au milieu et surtout au-dessus des lits riches en matières organiques, alors que les couches charbonneuses se rencontrent là où ces couches argileuses, à peu près imperméables aux hydrocarbures, font défaut plus ou moins complètement.

Aussi les partisans de l'origine végétale en question pensent-ils qu'il faut surtout chercher dans des conditions différentes d'ensevelissement la cause de l'évolution des matières végétales vers le charbon ou le pétrole et aussi que, lorsque les dépôts en question ont été trop mélangés de matières minérales, ils n'étaient pas susceptibles d'être transformés en charbon, ce qui expliquerait que le pétrole existe dans de nombreuses formations géologiques sans couches de houille ou de lignite.

Mais la constatation faite par Pictet permet d'envisager la question sous un autre jour et d'admettre que, dans certaines conditions de température et de pression existant en profondeur, le pétrole des charbons (surtout des types fondamentalement formés d'éléments bituminisables, tels les cannel-coals et les bogheads, dits aussi *charbons sapropéliques*), a pu en émigrer plus ou moins complètement, d'une façon semblable aux dégagements de grisou, par une sorte de distillation qui les aura transformés en charbons de plus en plus maigres. Il aura pu s'accumuler en donnant des gisements dans des couches ayant les caractères de roches-magasins, en général situées au-dessus des roches-mères. Cette hypothèse peut se rapprocher de la constatation faite en Amérique pour les gisements contenus dans les régions houillères du centre des Etats-Unis et érigée par David White en une loi, d'après laquelle il n'existerait plus de pétrole au milieu des couches houillères ni dans les couches inférieures à partir d'un certain niveau où le charbon devient suffisamment maigre (à partir de 65 à 70 % de carbone fixe).

Cependant, s'il ne paraît pas douteux que certains gisements pétrolifères doivent leur origine à des matières organiques végétales semblables à celles qui ont donné naissance aux charbons, soit par suite d'un processus initialement différent, soit par une distillation ultérieure de charbons gras, il est impossible de souscrire à l'opinion de Craig, d'après laquelle

« la seule source de pétrole, à l'origine, est la végétation terrestre ».

*
* *

Le géologue roumain Mrazec, spécialiste bien connu en matière de pétrole, a émis en particulier une théorie entièrement opposée. Se fondant sur le fait que, très souvent, les gisements de pétrole sont accompagnés d'*eaux salées*, qu'il considère comme fossiles dans les couches géologiques, il a admis qu'il doit exister *une relation génétique entre la formation du pétrole et l'existence du sel*. Pour lui, le pétrole proviendrait de sapropélites déposées dans des solutions salines. Si beaucoup de sédiments produits à l'abri de l'air contiennent des traces d'hydrocarbures, les véritables roches-mères du pétrole se seraient exclusivement formées dans des conditions analogues à celles qui ont eu lieu pendant la formation du sel, dans des lagunes d'évaporation situées à la limite du domaine marin, ou bien dans des lacs salés existant dans des régions désertiques, comme il en existe actuellement. Il admet comme établi que les solutions salines jouent un rôle important dans la production des hydrocarbures en favorisant le processus de bituminisation, d'une façon croissante avec la concentration de la solution et avec la température, par une saponification des acides gras s'unissant aux alcalis pour donner des sels organiques, qui se décomposent ensuite en produisant des hydrocarbures.

Les solutions salines contribueraient aussi à la formation des roches-mères par action électrolytique, en provoquant la précipitation des matières argileuses en suspension et de la silice en solution dans les eaux douces des cours d'eau lorsque ceux-ci arrivent à la mer, ainsi que celle des matières organiques que contiennent ces eaux et des sels organiques qui avaient pu se former sur les continents par une saponification antérieure et arriver aussi en solution.

D'autre part, Mrazec insiste sur le fait que la teneur habituelle en iode des eaux salées des gisements de pétrole est beaucoup plus élevée que celle que donne une analyse de l'eau de mer brute, c'est-à-dire avec les organismes microscopiques qu'elle contient et qui fourniraient à eux seuls cet iode, l'eau de mer filtrée n'en renfermant plus. Il en conclut qu'on a ainsi la preuve de la destruction d'une très grande quantité de matière organique, aujourd'hui transformée en hydrocarbures. Quant à cette quantité formidable de matières organiques nécessaires à la formation d'importants gisements, Mrazec pense qu'il faut surtout la chercher dans une multitude d'êtres vivants de très petite taille, *animaux et végétaux inférieurs*, qui auraient pullulé en un *plancton* spécial adapté à la vie dans ce milieu de lagunes ou de lacs sursalés ; ce plancton aurait été pauvre en espèces, mais par contre extrêmement riche en individus, ces organismes se reproduisant dans l'eau où ils vivaient en suspension avec une extraordinaire fécondité en raison de la température assez élevée que suppose la sursalure. Il ajoute, en accord avec ce que nous savons déjà des caractères géologiques habituels des séries de couches pétrolifères, qu'il est nécessaire d'admettre que les bassins où elles se sont déposées se soient affaissés en même temps que s'y faisait la sédimentation.

Une opinion analogue a été émise par certains auteurs américains ayant particulièrement étudié les gisements de Californie, qui ont été conduits à trouver une connexité étroite entre l'imprégnation de zones sableuses et le voisinage de certains schistes d'une composition spéciale, riches en squelettes siliceux d'algues microscopiques du groupe des *Diatomées*. Ces auteurs pensent que ces schistes spéciaux seraient les roches-mères du pétrole contenu dans les sables voisins et que, par suite, la matière organique de microorganismes planctoniques a dû, dans ce cas, contribuer pour la plus grande part à la production du pétrole.

D'autre part, l'association fréquente du pétrole et du sel a été interprétée autrement que l'a fait Mrazec par un autre géologue roumain P. Voitesti. Le fait indiscutable que, dans certaines régions et en particulier en Roumanie et dans les gisements de la ceinture du Golfe du Mexique, le pétrole forme une auréole bitumineuse autour de masses de sel perçant les couches sédimentaires suivant l'axe d'anticlinaux dit « diapirs » ou « à noyau de percement » (fig. 6) a été interprêté par lui et par d'autres auteurs en admettant que le pétrole est monté de la profondeur en même temps que le

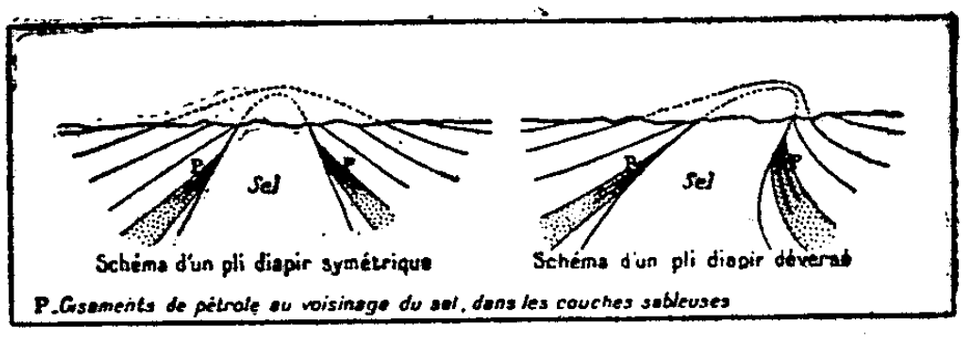


Fig. 6. — Schémas d'anticlinaux diapirs à noyau de sel en Roumanie.

sel et en profitant des mêmes fractures, ce qui ne préjuge d'ailleurs pas de son origine réelle.

Bien des questions intéressantes, susceptibles d'intervenir dans la discussion de l'origine des pétroles, seraient encore à exposer ; mais je suis obligé de me borner aux points les plus essentiels. Cependant, avant de conclure, il me faut encore ajouter que, si le rôle des végétaux vasculaires de grande taille a été prépondérant dans la formation des charbons ordi-

naires, par contre dans le cas des bogheads et des schistes bitumineux qui semblent bien parfois avoir été des roches-mères de pétrole, il est aujourd'hui établi, malgré certaines contradictions, que le rôle principal revient à des algues microscopiques de divers types, analogues aux « fleurs d'eau » qui envahissent à certains moments les eaux de certaines mares dans des périodes ensoleillées. Avec ces micro-organismes se trouvent aussi en abondance, dans certains de ces charbons dits sapropéliques et des schistes bitumineux, les poussières reproductrices des grands végétaux, grains de pollen et spores, susceptibles d'avoir pris part aussi à la constitution d'un plancton, riche en matières grasses ou voisines des graisses, telles que la cuticule des grains de pollen et des spores. En somme, ce serait donc surtout à de telles matières grasses que serait principalement due la production des pétroles, et cela est d'accord avec les expériences déjà citées et avec celles plus récentes de M. Mailhe, qui a obtenu le pétrole par hydrogénation d'huiles animales ou végétales sous l'action d'un catalyseur.

***

En résumé, il doit résulter de notre rapide coup d'œil sur les théories émises au sujet de la formation du pétrole — et je n'ai cité, très brièvement, que les principales — qu'il est nécessaire d'être assez éclectique en cette question. Cependant, si l'on ne peut nier d'une façon absolue la possibilité que des hydrocarbures aient pu se produire par les réactions de pure chimie minérale dans les profondeurs de la croûte terrestre, *il ne semble pas toutefois que la voie inorganique ait conduit à la formation de véritables gisements de pétrole.* Cela, d'ailleurs, est évidemment regrettable au sujet de la possibilité de régénération ultérieure des gisements qui ont été exploités, qui ne saurait se concilier avec l'idée que les pétroles dérivent d'anciens organismes.

L'origine organique nous apparaît comme de beaucoup la plus probable, sinon même la seule possible dans la grande majorité des cas. Elle implique la nécessité de la présence dans les régions pétrolifères de *roches-mères*, qui n'existeraient naturellement pas avec l'origine inorganique et qui peuvent d'ailleurs tantôt se trouver comprises dans les mêmes séries géologiques que les roches-magasins renfermant les gisements exploitables, tantôt être plus profondes que ces dernières. Mais il me paraît impossible de se borner, pour la formation des hydrocarbures de ces roches-mères, à l'une seulement des différentes modalités invoquées par les divers partisans d'une origine organique, par exemple à une formation exclusivement dérivée des végétaux vasculaires terrestres ou bien à une origine uniquement due aux organismes planctoniques, animaux et végétaux inférieurs, sans parler d'autres conceptions moins absolues. Les auteurs de ces diverses théories ont eu évidemment de bonnes raisons pour les émettre ; mais ils ont eu manifestement une tendance très naturelle à trop généraliser les conclusions déduites des gisements qu'ils ont particulièrement étudiés, et il semble donc bien que, suivant les cas, il faille faire place à l'une ou l'autre d'entre elles.

Mais il importe, en tout cas, d'observer qu'aussi bien pour l'une que pour l'autre des deux principales origines organiques invoquées, *le pétrole se serait formé surtout sur le bord et, pour ainsi dire dans des annexes des anciennes aires océaniques,* en complet accord avec les conclusions déduites, d'autre part, de la distribution géologique des gisements pétrolifères à la surface du globe, où nous avons constaté leur corrélation habituelle avec *les zones de bordure, faiblement ou moyennement plissées, des grandes chaînes, récentes ou anciennes.* Cette considération, d'ordre géologique, devra être un guide précieux pour les prospecteurs de ces gisements.

Est-ce à dire toutefois que, dans toutes les régions présentant ou ayant présenté cette situation à un moment de leur histoire géologique, il doive nécessairement se trouver du pétrole. Il n'en est malheureusement rien et l'on peut dire que, si cette condition géologique semble bien, dans la grande majorité des cas, être nécessaire, elle est loin d'être suffisante. L'existence du pétrole, en effet, en raison de ses caractères spéciaux, implique trois conditions : 1° qu'il se soit formé du pétrole ; 2° que celui-ci se soit accumulé en gisements exploitables ; 3° que ces gisements se soient ultérieurement conservés malgré le caractère migrateur du pétrole qui a pu, dans bien des cas, entraîner la destruction de gisements déjà formés, sous l'action de causes variées.

La connaissance des facteurs ayant permis d'abord la mise en gisement des pétroles, puis la conservation de ces gisements m'entraînerait à une série de considérations dans lesquelles je ne saurais entrer, pour ne pas allonger démesurément cette causerie, où j'ai dû me borner à chercher à préciser, dans la mesure du possible, les conditions dans lesquelles le pétrole a pris naissance. Et à cet égard, il m'est permis, pour conclure, de dire que, dans le cas général, la formation du pétrole est l'un des résultats de la vie au cours des temps géologiques et constitue l'un des chapitres de l'Océanographie ancienne. D'autre part, comme dans le cas des charbons minéraux, c'est de l'énergie ancienne qui, par l'intervention d'organismes, a été mise en réserve pour le plus grand profit de notre industrie.

LA PORCELAINE DE LIMOGES

par Albert GRANGER
Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers

La porcelaine est d'origine orientale et c'est surtout en Chine et au Japon que sa fabrication a obtenu sa plus grande perfection dans l'Extrême-Orient.

Avant son apparition en Europe, nos pères ne connaissaient que des poteries assez rudes d'aspect : terres cuites, faïences communes et grès qui ne possédaient ni la blancheur de pâte ni la translucidité qui caractérisent la porcelaine, aussi son apparition provoqua-t-elle un vif mouvement de curiosité qui fût suivi naturellement du désir de réaliser des poteries semblables.

Le manque de connaissances scientifiques rendait le problème particulièrement difficile. Il put pourtant être résolu et, en Saxe, à Meissen, on réussit à installer une fabrique de porcelaine, du même genre que la porcelaine orientale, en 1710.

Les matériaux qui entrent dans la composition d'une pâte à porcelaine sont plus ou moins compliqués ; ils se ramènent à un petit nombre en réalité: un élément plastique cuisant blanc, le *kaolin*, ou plus exactement le *kaolin décanté*, un élément fusible, le *feldspath*, un élément siliceux, le *quartz*, et parfois un élément fusible supplémentaire, le *calcaire*. Le kaolin n'était pas connu en France à cette époque et l'on avait prêté peu d'attention au feldspath, de sorte que quand, plus tard, on eût reconnu que la *porcelaine à fritte*, plus connue sous le vocable de *porcelaine tendre française*, n'était pas de même nature que la porcelaine orientale et qu'il fallait posséder ces deux roches pour fabriquer de la porcelaine à l'imitation des Chinois et des Japonais, on fût fort embarrassé en France puisqu'on n'avait reconnu l'existence d'aucun gisement.

En cherchant, on avait bien trouvé un mauvais kaolin aux environs d'Alençon, qui ne donna rien de bon et le vrai point de départ de la fabrication de la porcelaine feldspathique en France fût la découverte d'un gisement de roche kaolinique à Saint-Yrieix. Ce fut un hasard heureux qui nous mit sur la trace d'une substance qu'on recherchait avec ardeur. Mme Darnet, femme d'un chirurgien, avait utilisé avec succès une terre blanche pour le blanchissage, en remplacement du savon, qui était venu à manquer. La nature onctueuse de la substance l'avait frappée ; elle en fit part à son mari, qui, à son tour, fit examiner la substance par un pharmacien de Bordeaux, nommé Villaris, qui conclût qu'il s'agissait bien du kaolin. Villaris, du reste, chercha à s'approprier la découverte. Darnet réclama, comme c'était son droit, mais, pendant qu'on négociait avec la manufacture de Sèvres pour lui assurer le bénéfice de la découverte, le secret transpira et bientôt on sût qu'il y avait du kaolin dans la région de Saint-Yrieix ; des recherches furent alors entreprises de tous côtés qui amenèrent la découverte d'autres gisements, grâce auxquels pût s'effectuer par la suite le développement de l'industrie limousine.

En 1769, la fabrication de la porcelaine dure était installée à Sèvres. Ensuite, en 1773, MM. Grellet se rendirent acquéreurs de la manufacture de faïence que possédait M. Massier, à Limoges. La manufacture était ensuite transformée en fabrique de porcelaine, avec le concours de l'ancien propriétaire et d'un chimiste, nommé Fourneray, mais, au bout de dix ans de tentatives et d'essais ruineux, les propriétaires étaient obligés de céder leur usine au roi qui, sur le rapport du comte d'Angivilliers, devint propriétaire de cette seconde manufacture en 1784.

La manufacture fut alors annexée à celle de Sèvres, avec M. Grellet comme directeur et M. Massier comme contrôleur. Les débuts de la manufacture ainsi transformée, paraissent avoir été encourageants, mais des difficultés dans l'exploitation d'une carrière, la mauvaise préparation de la matière première vinrent en peu de temps mettre la fabrique dans une situation précaire. Grellet se démit de ses fonctions et fut remplacé par un ingénieur géographe du roi, Alluaud, dont le rôle devint prépondérant dans le développement de la porcelaine limousine, comme nous le verrons plus loin.

La manufacture reprit sous sa direction une nouvelle activité et se distingua par la beauté de ses produits. La Révolution vint malheureusement paralyser ses efforts. Jaloux de conserver cet établissement à la ville de Limoges, Alluaud le soutint longtemps, aux dépens de sa fortune, mais, en 1791, il se trouvait en avance d'une somme considérable qui devait s'engloutir dans le gouffre de l'arriéré. Alluaud fut réduit à donner sa démission et, le 18 vendémiaire, an V, la manufacture fut vendue à deux anciens ouvriers qui se partagèrent cet établissement.

Alluaud n'avait renoncé à la fabrication de la porcelaine que devant la carence de l'Etat. De son côté, il commença la construction d'une fabrique ; la mort le surprit avant son achèvement. Ce furent ses fils qui, sous la conduite de l'aîné, menèrent à bien la fin de cette entreprise.

Il était naturel qu'à Saint-Yrieix, vu la proximité des gisements, on chercha à établir une manufacture. En 1790, un ancien tourneur de la manufacture royale tenta, avec l'aide de divers commanditaires, d'installer une fabrique qui n'eût qu'une courte durée.

Il faut encore mentionner à Limoges la création d'une fabrique de porcelaine dans l'ancien couvent des Augustins et à Saint-Léonard, où d'anciens ouvriers de la manufacture royale se lancèrent dans une entreprise qu'ils ne purent mener à bien.

Dans la suite, une autre manufacture s'établit à Magnac-Bourg. En 1806, il y avait 5 porcelaineries dans la Haute-Vienne. Le développement de cette nouvelle industrie fut lent car, en 1823, on ne comptait encore que 6 fabriques ainsi réparties : Limoges, 4 ; Magnac, 1 et Saint-Yrieix, 1. Dans les années suivantes, la fabrication de la porcelaine commença à prendre son essor rapidement et, én 1827, on en comptait 16 usines avec 29 fours. La progression s'accentua encore dans la suite et, dix ans plus tard, on signalait 24 fabriques possédant un total de 46 fours.

Le nombre des usines et des fours (ceux-ci ayant un volume plus grand dans la suite qu'au début) n'a cessé de croître jusqu'en 1920 où le recensement accordait à Limoges 42 usines et 125 fours. Depuis peu,il y a eu un ralentissement dans la production et aujourd'hui, par suite de la fermeture d'une firme importante, il est plus exact de compter 37 usines avec une centaine de fours.

En 1929, le nombre des cuissons s'est élevé à 2.808, représentant 226.922 mètres cubes de porcelaine.

Pour terminer, on peut estimer la fabrication limousine comme donnant *grosso modo*, la moitié de la production française.

La porcelaine a un corps compact et translucide. La première de ces conditions est obtenue par la vitrification de la masse qui, poussée à l'excès, donnerait un verre. Pour obtenir cette vitrification, il faut qu'il y ait une certaine quantité de bases alcalines (parfois alcalino-terreuses) qui apportent la fusibilité nécessaire pour former une sorte de verre contenant en plus de la silice et de l'alumine provenant du kaolin et du feldspath. Un tel verre n'est pas aisément fusible mais, à la température de la cuisson de la porcelaine, il se vitrifie suffisamment pour donner une matière translucide si l'épaisseur des pièces n'a pas été exagérée. Cette matière vitrifiée est formée d'une masse transparente vitreuse dans laquelle sont répartis des cristaux d'un silicate d'aluminium basique $2SiO^2 3Al^2O^3$, la *mullite*. Suivant les rapports des divers constituants, ce dernier est plus ou moins abondant et c'est de la texture de la masse que dépend l'ensemble des qualités de la porcelaine. Dans le cas de la porcelaine de Limoges la translucidité est particulièrement développée.

Les nécessités du façonnage et la température de cuisson qu'on peut obtenir pratiquement ne permettent pas de grands écarts dans la pratique et la moyenne des pâtes à porcelaine du Limousin semble avoir une composition comprise entre les limites suivantes :

Matière plastique kaolinique.....	40 à 46
Feldspath	31 à 24
Quartz	28
Craie	0 à 2

Cette formule n'a qu'une valeur théorique puisqu'aucune des matières précédentes (sauf peut-être le quartz et la craie) ne se rencontre dans la nature à l'état de pureté absolue. Dans la pratique, il faut la modifier en tenant compte de la composition vraie des matières premières utilisées.

Le produit appelé kaolin, dans le commerce, provient du lavage par décantation de la roche kaolinique. On devrait toujours le désigner par l'expression *kaolin décanté*, mais on se borne ordinairement au mot kaolin, ce qui prête à confusion. La décantation entraîne la kaolinite, qui est une matière fine et légère, mais elle emmène aussi les micas fins et le sable quartzeux quand ils sont suffisamment divisés.

Les lieux d'exploitation du kaolin les plus importants sont au nord de Limoges, à la Jonchère (près Saint-Sulpice Laurière) et au sud de Saint-Yrieix, à Coussac-Bonneval (fig. 1) Marcognac (fig. 2) et environs. Ces gisements du Limousin ne sont pas très puissants; leur exploitation, est, de plus, assez morcelée, de sorte qu'il n'y a pas été possible de monter des entreprises de grande envergure, comme cela se voit en Angleterre et en Tchécoslovaquie, par exemple, C'est un gros désavantage. Au besoin, le Limousin peut recourir aux gisements de l'Allier (Beauvoir, les Collettes) de la Loire (Fleury-sur-Loire) et de Bretagne (principalement dans le Morbihan) qui sont peut-être plus compacts.

Il entre également en France du kaolin anglais, mais en quantité moindre qu'avant guerre, vu le change. Des tentatives aussi ont été faites pour amener du kaolin tchécoslovaque à Limoges, mais la distance est trop grande de Sedlice ou de Plzen pour pouvoir concurrencer le produit français.

La roche kaolinique n'est jamais pure puis-

qu'elle résulte de la désagrégation d'une roche plus ancienne qu'elle et, à part le cas rare de kaolin filonien comme ceux du gisement de Bois-Vicomte (fig. 1), la matière plastique proprement dite est toujours accompagnée de débris de quartz et de mica. Pour la dégager, on a recours à la lévigation. La roche est extraite

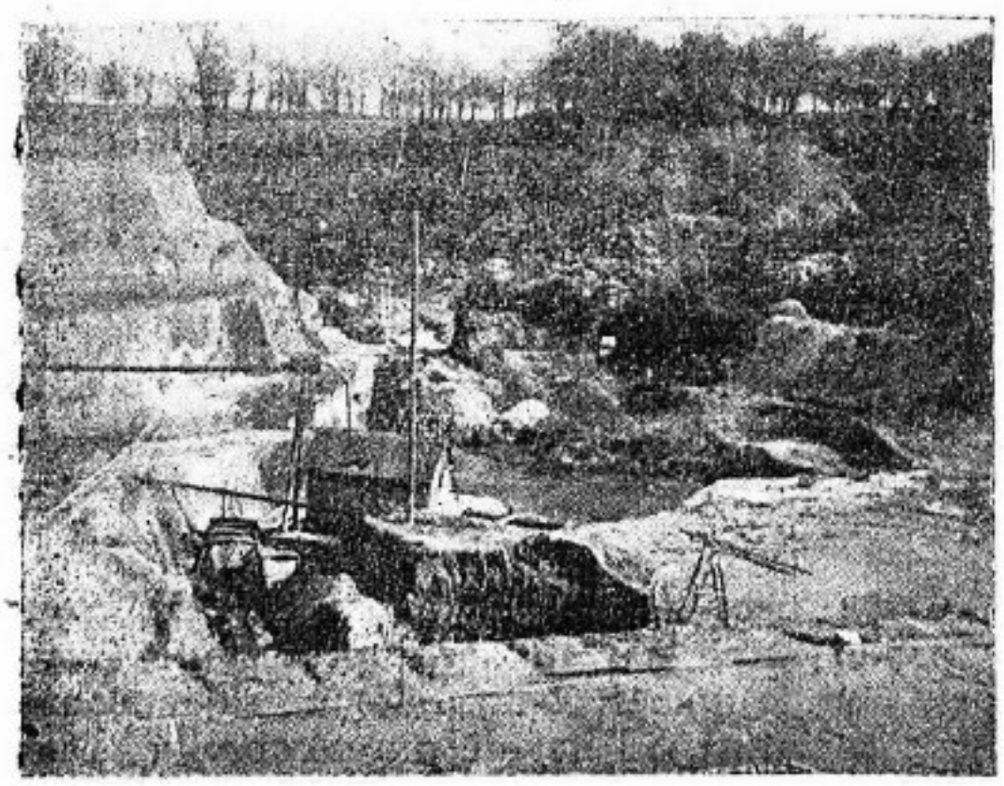


Fig. 1. — Carrière de kaolin de Bois-Vicomte (Coussac Bonneval), Haute-Vienne.

à la pelle avec plus ou moins d'efforts, suivant sa consistance, broyée s'il est besoin et délayée dans un courant d'eau (la présence d'eau dans le voisinage d'une exploitation kaolinique est une nécessité). La manière de conduire ce lavage n'a pas encore été très étudiée et il est encore réalisé

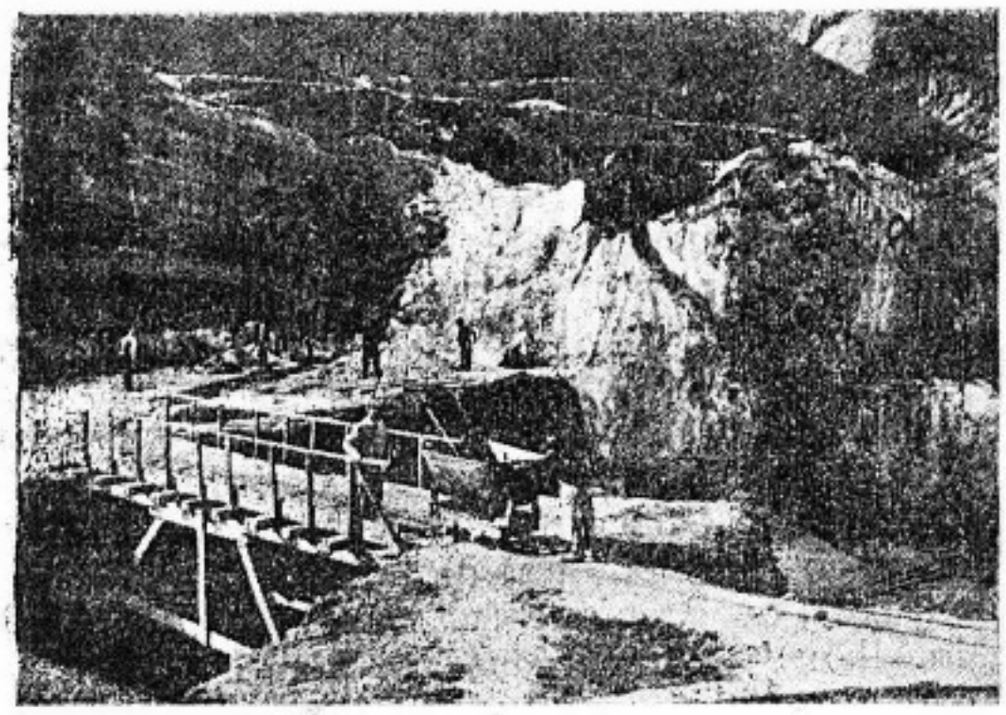


Fig. 2. — Carrière de kaolin de Marcognac (Hte-Vienne).

dans beaucoup d'endroits avec des moyens peu modernes.

La roche désagrégée passe dans un délayeur et sort de cet appareil sous forme de lait blanc (ou *barbotine*), formé de kaolinite accompagnée de débris de roches assez minimes pour suivre le courant d'eau. Cette barbotine circule dans des rigoles appelées *goulettes*, dans lesquelles elle abandonne une partie du sable quartzeux et du mica, puis atteint des bassins de décantation où se dépose une boue blanche formée de kaolinite imbibée d'eau et ne renfermant plus que de petites quantités de mica et de quartz. La présence du mica blanc potassique $6SiO^2.Al^2O^3.K^2O.2H^2O$ ou *muscovite* ou du composé correspondant sodique la *paragonite* n'a pas d'inconvénients du moment que la teneur est faible ; les matières mises à contribution par les Chinois et les Japonais renferment, du reste, souvent, des quantités de mica blanc bien plus élevées que les produits européens, sans que leur fabrication s'en ressente. Il n'en est plus de même avec le mica *biotite* $6SiO^2.2Al^2O^3.4MgO.2H^2O$ qu'on rencontre dans certaines roches kaoliniques ; ce genre de mica contient du fer remplaçant moléculairement de l'aluminium et ce fer peut amener des taches qui déparent absolument les produits fabriqués.

Le quartz ne produit aucun accident ; il est important seulement qu'il ne soit pas trop abondant, car il n'a aucune plasticité. D'autres minéraux, quoique peu fréquents, peuvent avoir aussi une influence fâcheuse ; je citerai le *rutile* qui, renfermant de l'anhydride titanique et de l'oxyde de fer, exalte la tendance au jaune que peut provoquer l'oxyde de fer dans certaines conditions. Les micas fluorés sont également redoutables par suite du dégagement gazeux qu'ils produisent. Enfin, les gîtes de kaolin étant parfois voisins de dépôts de minerai d'étain, on trouve quelquefois des traces de *cassitérite* dans les kaolins qui sont ordinairement sans influence. Il peut aussi s'y rencontrer de la *tourmaline*, qu'on confond souvent avec du rutile.

Certains kaolins se présentent sous un aspect filonien; dans ce cas, on peut se contenter de les trier à la main (fig. 3). La matière plastique kaolinique n'a pas la plasticité désirée pour un bon façonnage ; elle donne, de plus, une masse qui, une fois sèche, ne possède qu'une faible cohésion. On lui ajoute alors une matière argileuse très spéciale, qu'on rencontre plus particulièrement dans la vallée de la Vézère, aux Eyzies de Tayac et au sud de cette localité. Cette argile est désignée sous le nom d'*argile dure*. C'est une substance très singulière qui renferme plus ou moins d'halloysite (bisilicate plus hydraté que la kaolinite). Elle présente une coloration qui n'est pas toujours blanche, mais elle se décolore à la lumière solaire, quand on la laisse en plein air. Elle cuit blanc dans un four à porcelaine mais sa plasticité est médiocre à première vue, car elle ne fait pâte qu'après triturage avec l'eau et encore cette opération fournit-elle une masse

plutôt gluante que plastique, mais son addition au kaolin donne aux pièces une résistance suffisante pour supporter sans dommage les diverses manipulations nécessitées par la fabrication. Son approvisionnement est une grave question pour les industriels limousins qui, vu le peu de fréquence de ce genre d'argiles, ac-

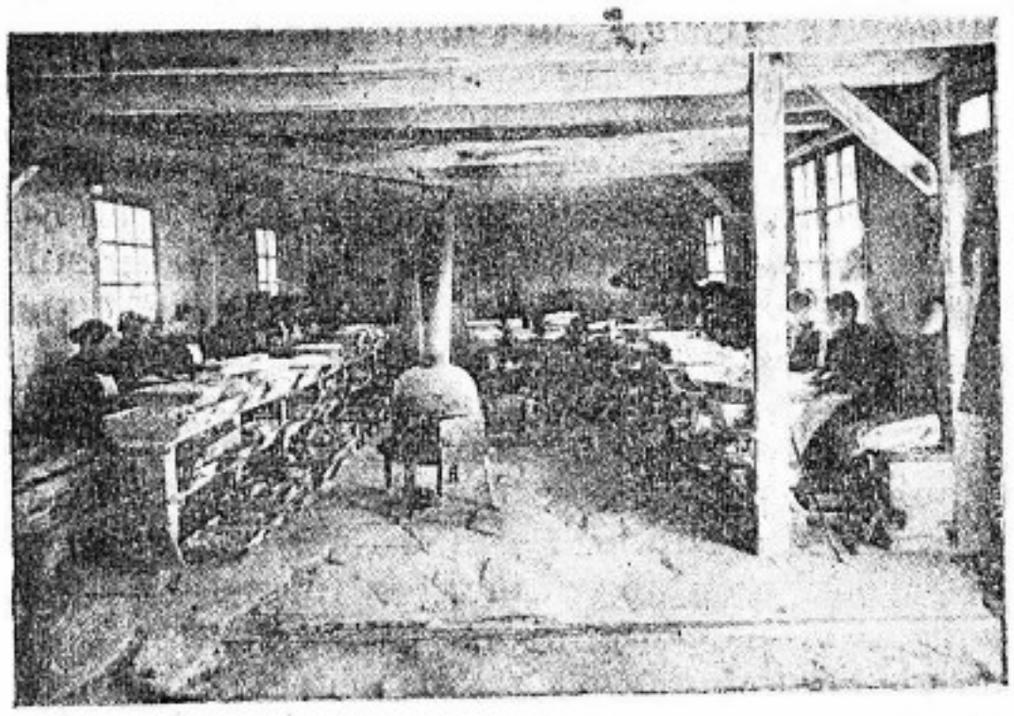


Fig. 3. — Triage à la main du kaolin à la sortie de la carrière.

cueilleraient avec plaisir toute matière capable de la remplacer.

Le quartz est suffisamment abondant dans la région pour assurer l'alimentation en matière siliceuse. Il se trouve sous diverses formes dont une des plus particulières est la forme lamellaire (Saint-Paul de la Roche).

Le feldspath se rencontre dans diverses localités, Chanteloube, Solignac-Le-Vigen, Saint-

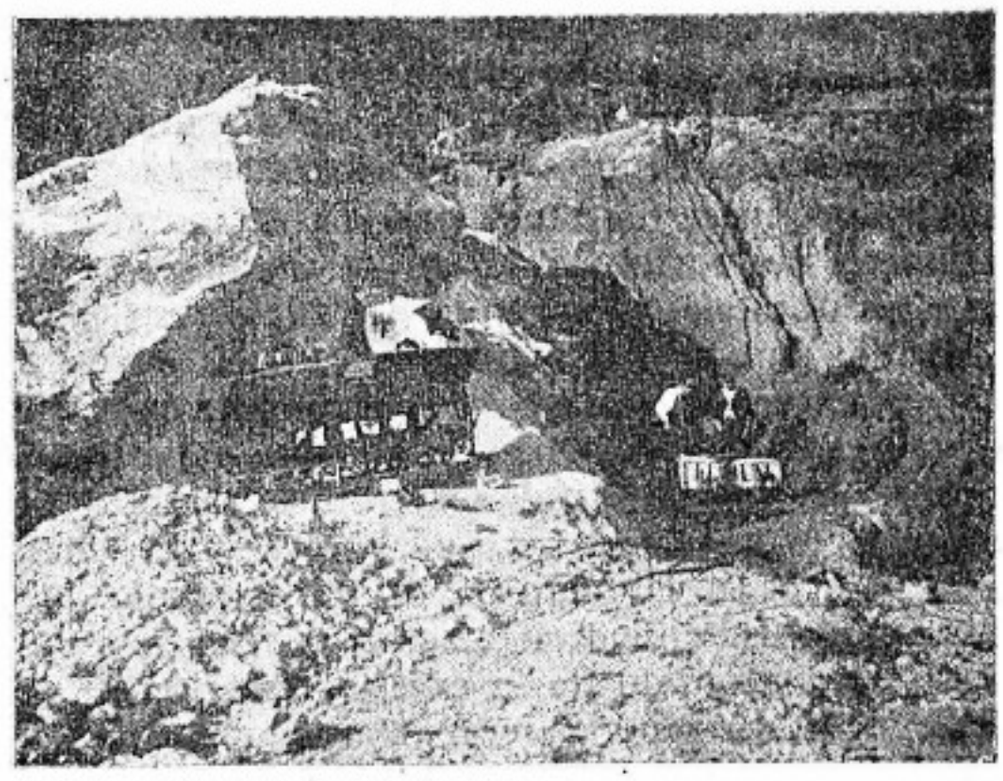


Fig. 4. — Carrière de pegmatite, de Marcognac.

Jouvent, Magnac, Bourg, et la région d'Aix-sur-Vienne).

Le gisement de pegmatite de Marcognac (fig. 4) est bien connu par son étendue.

L'exploitation minérale limousine produit de 9.000 à 10.000 tonnes annuellement.

La préparation des pâtes nécessite une pulvérisation des matières premières, donc un travail mécanique, et il fallait prévoir un moulin dans chaque fabrique. Dans une région parcourue par une grande rivière comme la Vienne, on dispose de force hydraulique et il est tout naturel qu'au début les moulins aient été aménagés le long de la rivière, mais les fabriques ayant été installées dans la ville ou dans ses abords immédiats, la fabrication s'est trouvée alors coupée en deux et il en est résulté que les industriels ont trouvé commode pour la plupart de se partager le travail en s'occupant les uns — les moins nombreux — de préparer la pâte à porcelaine (ce sont les pâtiers) et les autres — la grande majorité — de façonner cette pâte, de la cuire et de l'ornementer. Seules, quelques fabriques isolées ont préféré s'occuer elles-mêmes de la préparation de la pâte qu'elles consomment.

Cette coupure de la fabrication a l'inconvénient de nécessiter un transport de la pâte du moulin à l'usine, soit à courte distance à l'état de pâte dans des voitures traînées par des bœufs, soit à grande distance à l'état de pâte sèche.

Les ingrédients appelés à constituer la pâte se divisent en matières dures — quartz, feldspath, pegmatite — et en matières tendres comme les kaolins décantés et les argiles.

Ordinairement, on commence par casser à la masse les fragments de roche de manière à les amener à la grosseur d'un poing d'enfant. On les soumet ensuite à l'écrasement, sous une meule de pierre roulant sur une aire de pierre dure également. On obtient ainsi une poudre grossière formée de grains très inégaux comme grosseur, depuis celle d'un pois jusqu'à celle d'une poudre fine. On tamise alors ce mélange pour éliminer les grains trop gros et on termine le broyage dans un moulin cylindrique à galets à l'eau.

Quand les matières dures sont suffisamment broyées, on ajoute les matières de nature argileuse et on continue à faire tourner le moulin jusqu'à la finesse voulue. Un jeu de tamis assure le refus de toute partie trop grosse.

La matière liquide qui sort du cylindre broyeur est à l'état de barbotine, beaucoup trop claire pour être utilisée telle quelle. On raffermit cette barbotine de manière à l'amener, sous forme de pâte. Ce problème du raffermissement a été longtemps sans recevoir une solution satisfaisante. On a eu recours au début à divers procédés de fortune plus ou moins compliqués et lents ; de nos jours, on se sert de filtres presses, que nous représentons figure 5. Le filtre presse est formé d'une série de cadres évidés

percés d'un orifice central et entre lesquels on dispose une toile double également perforée dans sa partie centrale. En serrant ces cadres les uns contre les autres, on forme une série de cellules limitées par des toiles recouvrant les cadres. En injectant de la barbotine dans le système, on remplit ces alvéoles et, avec l'aide d'une pompe, on exerce une pression qui amène le passage de l'eau de la barbotine à travers la toile. Les matières formant la pâte restent sur la toile en retenant une certaine quantité d'eau. On peut donc, au moyen de cet appareil, expulser

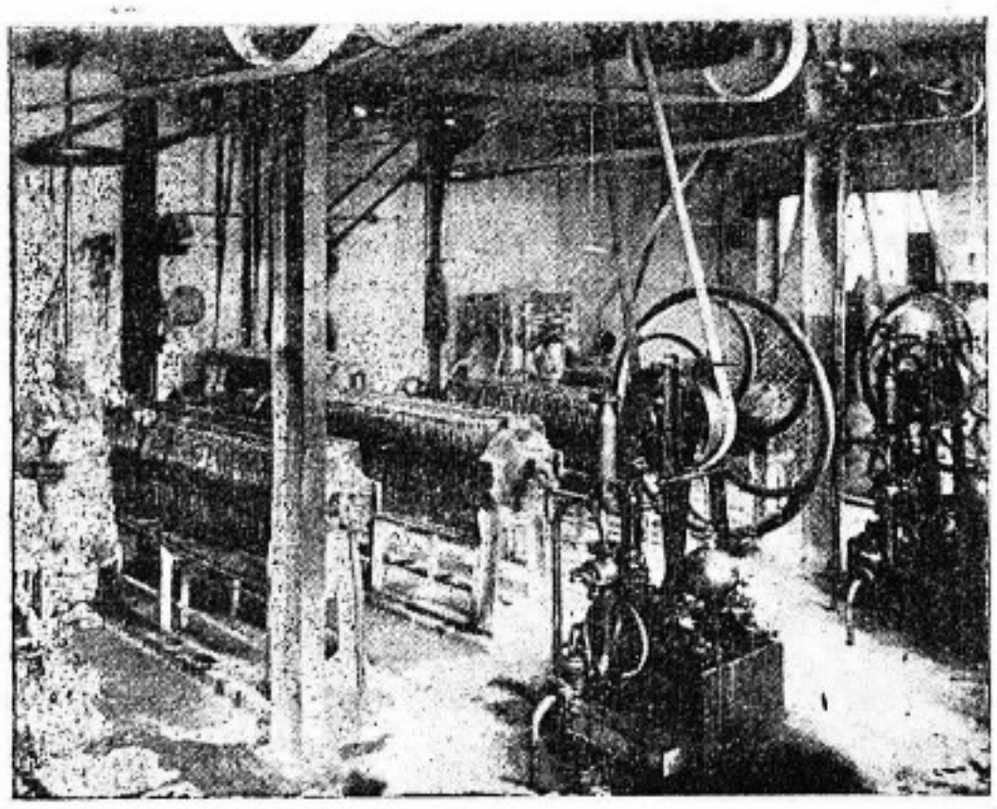


Fig. 5. — Filtre-presses pour l'essorage des pâtes à porcelaine.

une fraction importante de l'eau tout en conservant la quantité nécessaire pour avoir une masse plastique. Le dépôt de la masse pâteuse sur les toiles gêne le passage de l'eau et on arrive à un certain équilibre où il n'y a plus passage d'eau et où il reste dans les cellules une masse pâteuse suffisamment consistante pour être manipulée et suffisamment homogène pour être travaillée.

On démonte alors le filtre et en extrait des gâteaux qui, si le moulin dessert une usine particulière, vont en cave, à la réserve de pâte, ou, s'ils doivent devenir de la pâte pour le dehors, sont portés à un séchoir et sont ensuite pulvérisés à l'aide d'un broyeur rotatif et ensachés.

C'est également au moulin que se prépare la composition destinée à former la couverte. C'est un mélange de pegmatite et de kaolin. Ce dernier est en quantité minime et sert surtout à donner de la souplesse et de l'adhérence lors de la pose.

Le rôle des pâtiers est ici terminé.

La pâte livrée par les pâtiers est redélayée à l'usine — si besoin est — puis raffermie au filtre presse. Elle est alors mise de côté, en cave, où elle demeure jusqu'au moment du façonnage. Il est bon, pour lui faire acquérir de la plasticité. et de l'homogénéité, de la soumettre à l'action d'une marcheuse. On appelle ainsi une machine formée d'une table circulaire en zinc, sur laquelle viennent rouler deux tronc de cône également en zinc. Deux cylindres verticaux en même métal viennent resserrer la pâte après le passage des rouleaux pour éviter son aplatissement. Au bout de vingt minutes, la pâte a pris une homogénéité suffisante.

Le façonnage sur le tour a pour ainsi dire disparu pour faire place au *calibrage*, qui comporte l'emploi simultané d'un moule et d'un calibre. Le *moulage* met à contribution un moule de plâtre plus ou moins compliqué, dans lequel on introduit de la pâte. Sous un aspect simple, le moulage demande des ouvriers exercés. On lui substitue le *coulage* qui utilise également un moule en plâtre mais qui prend la pâte sous forme de barbotine. Le plâtre absorbe l'eau de la barbotine en déterminant la formation d'une couche de pâte qui épouse tous les détails du moule comme dans le cas précédent, mais avec plus de facilité. On vide le moule quand l'épaisseur de la couche est jugée suffisante. Le retrait de la pâte amène la séparation de la pièce coulée et du moule. Ce procédé ne demande pour sa conduite que des ouvriers soigneux alors que le premier exige un apprentissage sérieux, toute inégalité de pression se manifestant après cuisson.

La fabrication de moules est une opération importante car c'est d'elle que dépend le succès du façonnage.

Alors qu'avec l'emploi du tour, le façonnage ne demandait qu'un façonnier exercé qui donnait une première forme, puis un travail de finissage appelé tournassage, qui consistait à donner le profil déterminé définitif en se guidant sur un profit donné, les procédés modernes réclament des moules parfaitement appropriés.

Les produits de l'industrie de la porcelaine ont tous des formes étudiées de manière à rendre les objets aptes au rôle qu'ils doivent remplir tout en conservant un aspect aussi agréable que possible. Il y a donc un premier travail très important : la création d'un modèle et la fabrication des moules qui serviront à établir les moules. Nous avons dit que la porcelaine était une poterie translucide en mince épaisseur par suite d'une vitrification assez avancée. Ceci entraîne, au moment de la cuisson terminale, un état voisin du ramollissement et, par suite, peu de résistance à la déformation si la pièce est mal équilibrée ou mal supportée. Quand un modèle vient de l'extérieur, il y a presque toujours une adaptation à faire et le choix des modèles joue un grand rôle dans la réussite technique des pièces et dans leur vente. Il y a, à Limoges, un certain style qui, joint à la très belle qua-

lité des produits, a fait depuis de longues années toute sa vogue. Pour un œil exercé, il est facile de reconnaître presque à première vue de la porcelaine de Limoges.

Le modèle une fois adopté, il faut l'établir, avec les dimensions qui, après le retrait consécutif à la cuisson, fourniront la pièce à la cote désirée.

C'est du modèle ainsi transformé qu'on tirera les moules. En réalité, le modèle ne servira qu'à faire un moule dont on tirera des contremoules ou mères de moules qui serviront à faire les moules définitifs. Si le moule est de dépouille, autrement dit si la pièce peut sortir directement du moule, la chose est aisée, mais, dans le cas contraire, il faut faire un moule en plusieurs pièces, qu'on démonte.

Le calibrage se fait ordinairement avec des moules de dépouille. Il n'est applicable qu'aux pièces qui peuvent être tournées. Sur la tête d'un tour, on place un moule, qui donnera le profil intérieur, et le calibre le profil extérieur. Le premier mode opératoire, d'après la position du calibre, s'appelle calibrage en creux, alors que le second porte le nom de calibrage en brosse.

La fabrication des tasses correspond au premier cas et la figure 6 nous montre un atelier consacré à ce genre de travail. Comme la pâte

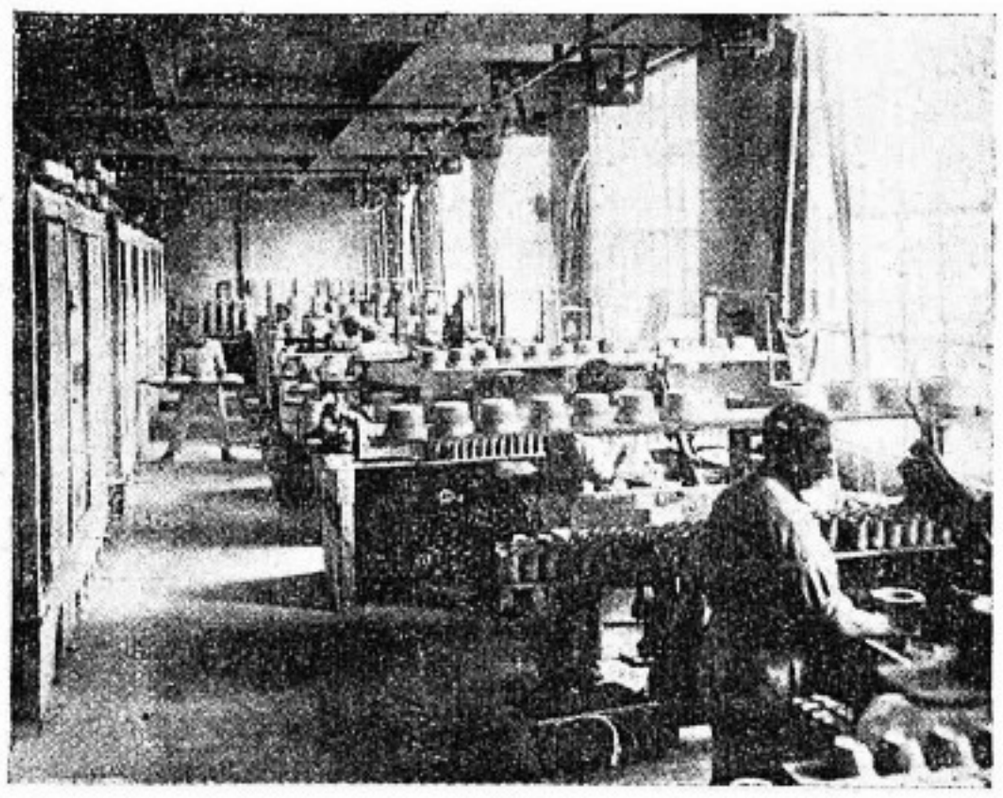


Fig. 6. — Un atelier de calibrage.

n'a qu'une plasticité modérée, il n'y a pas à songer à opérer aussi simplement qu'on pourrait le croire. Le façonnier commence par faire sur le tour des housses (visibles à gauche de l'ouvrier) qui ont une vague forme de tasses, puis il en introduit une dans un moule placé sur le tour et, mettant le tour en mouvement, il abaisse le calibre. En opérant ainsi, il réussit un travail qu'il ne pourrait pas effectuer sans déchirement de la pâte s'il jetait directement une balle dans le moule et abaissait le calibre. Depuis quelques années pourtant on a construit des machines à grand rendement qui, par suite d'une disposition du calibre suffisamment bien étudiée, permettent ce façonnage direct.

La fabrication des assiettes est un exemple du second cas de calibrage : le calibrage en bosse. On commence par faire une croûte mécaniquement, c'est-à-dire qu'on écrase sur une tournette une balle de pâte supportée par un tissu. On applique cette croûte sur un moule donnant le creux de l'assiette en ayant soin de faire une application parfaite et en facilitant par la pression d'une éponge l'amorce du pied. Enfin, on abaisse le calibre en surveillant la venue du pied. C'est un travail qui demande du soin et de l'habileté malgré le perfectionnement des machines modernes. On a construit des machines presque automatiques qui font maintenant la croûte et le calibrage automatiquement, le seul travail de l'ouvrier étant le placement et le retrait des moules.

En principe, le calibrage ne s'applique qu'à des objets tournables, mais il est possible, avec un dispositif mécanique, de calibrer des plats ovales. Les machines construites pour réaliser ce genre de façonnage, après avoir connu une vogue assez longue, sont maintenant délaissées en faveur du coulage.

Le calibrage automatique a été aussi appliqué à la fabrication des tasses.

Le moulage était employé autrefois pour toutes les pièces non rondes et la préparation des garnitures comme les anses et les becs ; il a cédé la place au coulage.

Ce dernier mode de façonnage a permis, avec des moules convenablement conçus, de couler des théières et des cafetières avec leurs anses et leurs becs quand la forme s'y prête. C'est lui qui règne en maître actuellement.

Un dernier mode opératoire, le *pressage*, fait avec de la pâte pulvérisée additionnée de pétrole sert surtout à la fabrication des petites pièces pour l'électrotechnique à bas voltage (interrupteurs, coupe circuits, etc.). Il s'effectue avec des presses à choc, le plus souvent. La pièce capitale est le moule qui est en acier et doit être construit de manière à permettre un démoulage facile, même pour des pièces en apparence souvent assez compliquées.

La porcelaine qui a été façonnée subit une première cuisson (qui, dans le Limousin, est appelée cuisson en biscuit) en dégourdi. Cette cuisson est faite avec les flammes perdues d'un four à deux étages dont le premier ou *laboratoire* sert à la vraie cuisson de la porcelaine et le second ou *globe* est traversé seulement par les gaz chauds provenant du laboratoire. La température qui y est obtenue est relativement peu éle-

vée (900° environ) ; cette opération a pour but de déshydrater la matière argileuse, ce qui la rend incapable de faire pâte avec l'eau et fait la pièce indéformable quand on la trempera dans le bain d'émail. Ce dernier est à base de pegmatite et kaolin, comme nous l'avons indiqué plus haut. Par un trempage assez court, la pièce, qui est restée poreuse, se recouvre d'une couche de matière minérale fusible au feu de cuisson de la porcelaine. Une fois sortie du bain d'émail, la pièce est retouchée pour régulariser la couche à vitrifier qui peut s'être amassée à certains endroits et être trop maigre en d'autres.

La cuisson en dégourdi subit tous les contrecoups de la cuisson de la porcelaine et celle-ci demande des précautions toutes spéciales. Il faut éviter toute adhérence de la couverte avec le support et toute déformation au moment de la vitrification. Ceci complique singulièrement le problème de l'enfournement. On dégarnit de couverte le pied des pièces et, d'autre part, on dispose les pièces en s'aidant de supports au besoin pour corriger toute tendance à l'affaissement. La figure 7 montre l'entrée dans le globe de pièces à cuire en dégourdi.

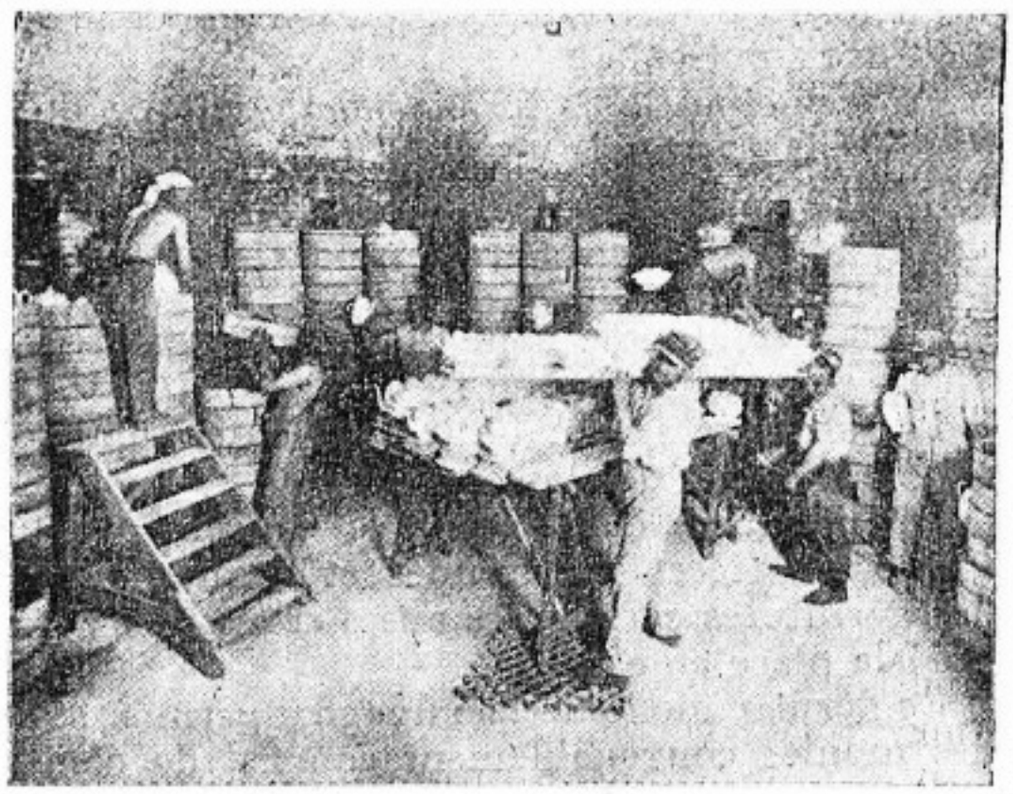


Fig. 7. — Enfournement dans le *globe* d'un four à porcelaine.

Les foyers des fours donnent des cendres qui, entraînées par le tirage, iraient se fixer sur les pièces et les tacher d'une manière irrémédiable ; aussi, cuit-on la porcelaine dans des étuis d'argile réfractaire appelés *gazettes* dont on forme des piles dans le four. Ces gazettes sont fabriquées le plus souvent par calibrage d'un mélange d'argile réfractaire et de chamotte (argile calcinée). On fait une pâte avec ce mélange et de l'eau et on applique à la pâte ainsi faite les procédés du calibrage ; (voir figure 8). Une fois façonnées, les gazettes sont séchées et cuites dans le globe. On les voit en pile dans la figure 5. Le rôle de la gazetterie est considérable dans la fabrication de la porcelaine ; de sa bonne qualité dépend le succès de la cuisson en grande part. La porcelaine ayant, comme je l'ai déjà

Fig. 8. — Atelier de fabrication de casettes.

fait observer une tendance à la déformation au dernier stade de la cuisson, il est de toute importance que les pièces reposent sur des surfaces lisses, bien dressées, incapables de se déformer à la haute température qui règne dans les fours. Les argiles qui éclatent, donnent des grains qui s'attachent aux pièces et les gâtent. Une bonne gazetterie a une valeur qu'on ne doit jamais sous-estimer dans une fabrication sérieuse.

Les gazettes sont des cylindres superposables en général qui comportent toute une série d'accessoires, dont les rondeaux qui en forment le fond. La forme des gazettes varie avec le genre de produits à mettre en gazettes. Certaines ont des fonds surbaissés, comme, par exemple, dans la cuisson des assiettes, pour perdre le moins de place possible. La place me manque pour énumérer les dispositifs adoptés dans les différents cas.

Les fours du Limousin (figure 9) sont des fours cylindriques avec laboratoire inférieur et globe supérieur du type dit à flammes renversées, c'est-à-dire dans lequel les flammes venant des foyers au lieu de s'échapper par la voûte supérieure redescendent jusqu'à la sole et, trouvant là les carneaux de sortie, regagnent le globe par des cheminées ménagées dans la maçonnerie du four, qui débouchent dans le globe, d'où elles sortent par la cheminée.

Ces fours ont atteint d'assez grandes dimensions, les plus grands mesurant environ 6 mètres de diamètre (exactement 18 pieds, car, anomalie étrange, on compte encore en pieds dans l'industrie porcelainière) avec une contenance de 120 m³ pour le laboratoire. Ils sont chauffés par

12 foyers dits *alandiers* et consomment en moyenne 20 tonnes de houille en 50 heures pour atteindre une température estimée 1.400°. La

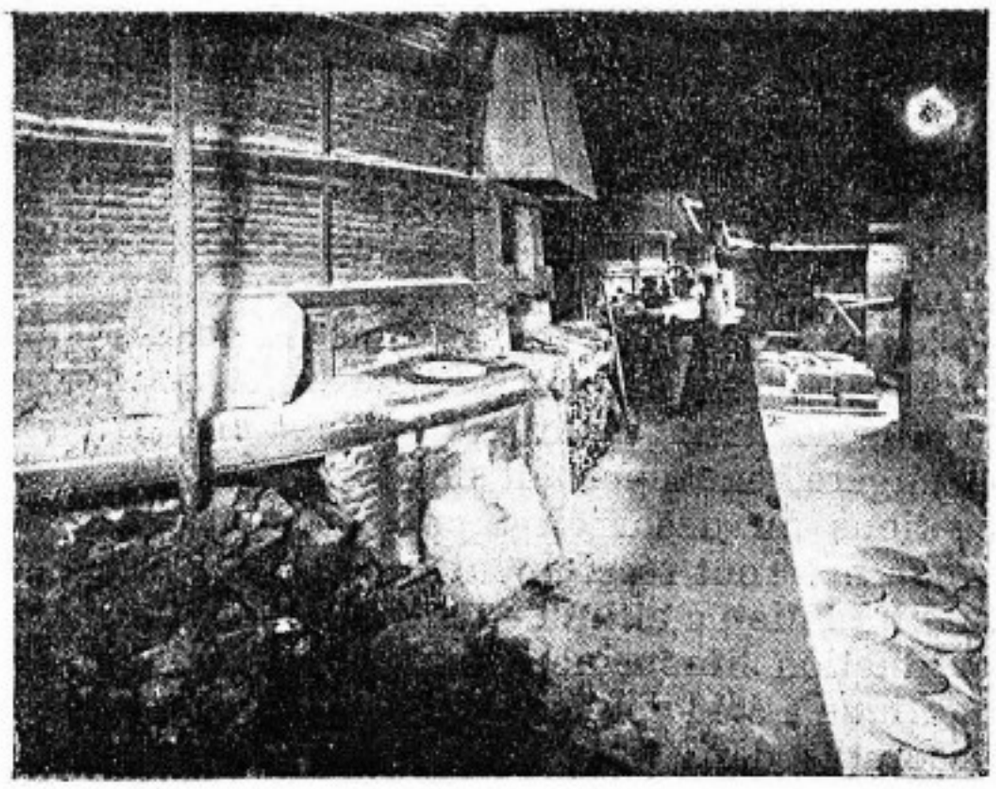


Fig. 9. — Le bas d'un four à porcelaine.

raison qui a fait construire de semblables fours difficiles à conduire, est leur faible consommation de combustible relative, mais les accidents qui découlent de leur irrégularité amènent progressivement les fabricants à considérer l'utilisation de fours de capacité moindre dans l'avenir.

Ajoutons la fatigue des enfourneurs et du matériel réfractaire qui plaide en faveur d'appareils de cuisson de dimensions plus réduites.

Une fois cuite, la porcelaine est triée, débar-

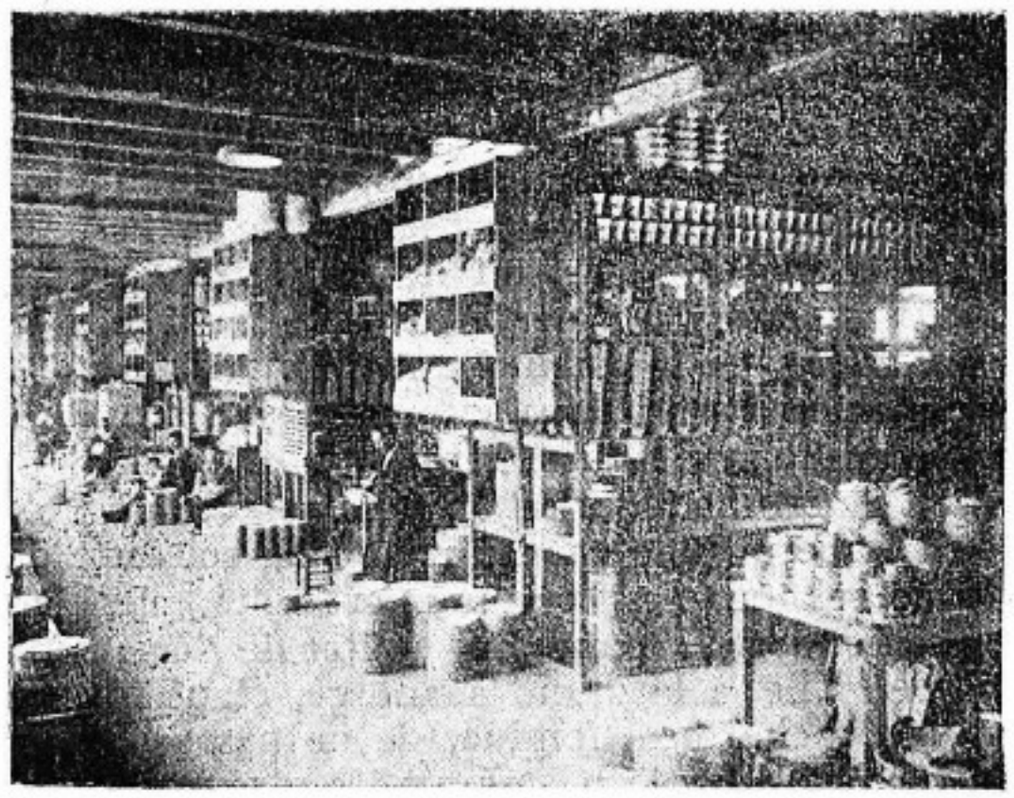


Fig. 10. — Un magasin de blanc.

rassée des grains et menée au magasin de blanc (fig. 10).

La porcelaine se prête à une foule de combinaisons au point de vue du décor; des raisons d'économie et de technique font que, dans le commerce, on se borne presque toujours aux procédés dits de petits feu. On fait bien quelques vases revêtus de couvertes colorées, en bleu principalement, mais c'est à cela que se limite l'emploi du décor au grand feu. L'utilisation des couleurs sous couverte, des pâtes colorées et des couvertes cristallisées rencontre des difficultés qui entraîneraient à de trop grand frais si on voulait en tirer parti industriellement.

La fabrication comporte seulement l'obtention de porcelaine blanche d'aussi belle qualité que l'industrie le permet, sur laquelle on appliquera des couleurs de moufle et des métaux, tels que l'or.

La peinture sur porcelaine, aujourd'hui très délaissée, est coûteuse, aussi n'y a-t-on recours que dans les cas exceptionnels, pour le décor courant, on se contente de l'impression.

Les décors choisis pour la porcelaine sont des décors à plusieurs tons. On peut les réaliser par impression sur une pierre lithographique. On tire sur une pierre établie pour chaque couleur avec un vernis à base de résine et essence de térébenthine, le papier reçoit alors une couche localisée de tout ce qui contient du jaune, par exemple. Ce tirage fait, on promène soit au pinceau, soit avec un dispositif mécanique, du jaune en poudre sur la surface du papier ; la couleur s'attache à tous les points touchés par la mixture. On recommence l'opération avec une autre pierre correspondant à une autre couleur, telle que le bleu, comme on a fait avec le jaune, en ayant bien repéré le papier ensuite on poudre avec le bleu, comme on a fait avec le jaune. On continue ainsi de suite jusqu'à l'apposition de toutes les couleurs. Le papier employé a été chosi pour ne pas se distendre pendant le travail et il a reçu une préparation, qui était autrefois une mixtion végétale et qu'aujourd'hui on a remplacé par une couche collodionnée.

Les décors en couleurs vitrifiables sont appliqués comme la décalcomanie. On découpe sur les feuilles de tirage les motifs et on les enduit d'une mixtion qui facilite leur adhérence à la pièce. On mouille ensuite, ce qui amène le gonflement du papier et le détachement de l'impression. Un lavage à l'eau ammoniacale nettoie la surface, qui doit rester blanche. On passe alors les pièces en moufle, c'est-à-dire dans de petites chambres en matière réfractaire chauffées à des températures relativement basses (800°). Actuellement, les grandes usines remplacent ces petits fours intermittents par des moufles tunnels parcourues par des paniers contenant les pièces à cuire. Ces derniers appareils ont un rendement supérieur aux anciennes moufles et donnent un éclat aux couleurs qu'on ne connaissait pas

avant leur création par suite de la rapidité de la cuisson et du refroidissement.

Les décors sont souvent la propriété des fabriques qui possèdent toutes un service chargé d'étudier les décors et de les mettre au point.

En dehors de l'impression, on fait quelques décors à la main et quelques retouches pour corser ce que l'impression donne de trop mou. Ceci est exécuté par des peintres sur porcelaine. La figure 11 représente un atelier de décor.

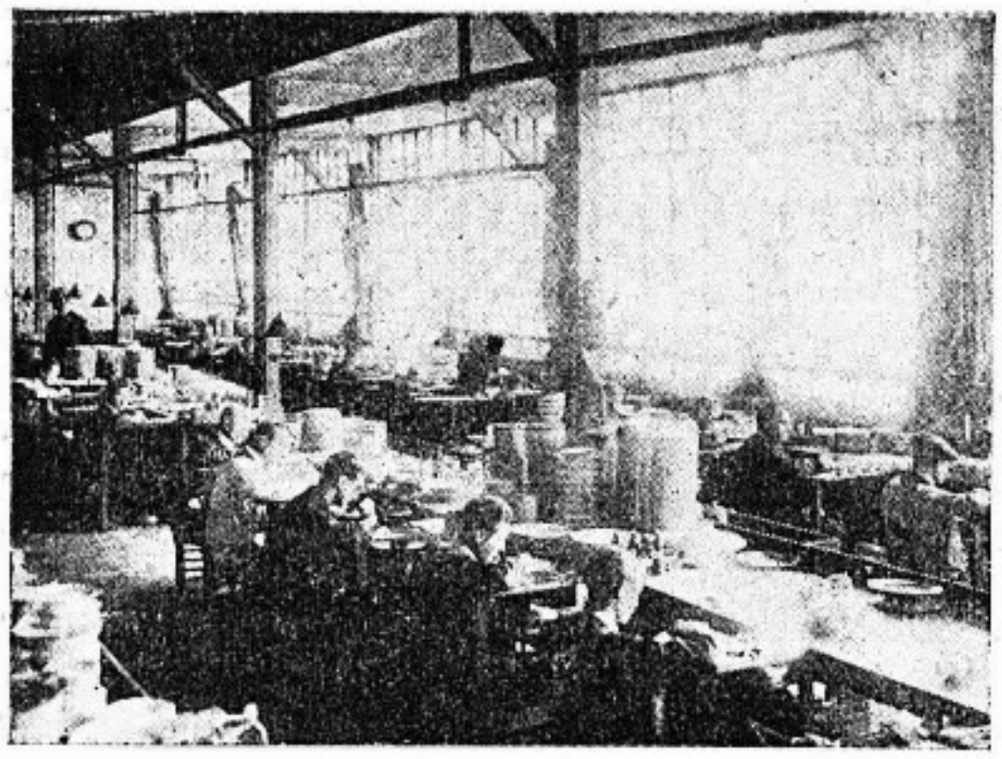


Fig. 11. — Atelier de décoration dans une fabrique de porcelaine de Limoges.

Les filets et les dorures sont faits à la main. Comme dorure courante, on se sert d'or brillant qui sort tout poli de la moufle. Certaines maisons faisant des articles riches emploient l'or précipité qu'on mêle avec un fondant. Limoges s'est fait une spécialité de dorures riches comme l'or à effet et l'incrustation.

Les couleurs vitrifiables forment une palette très étendue, vu la faible température de cuisson qu'elles nécessitent ; elles se composent d'un pigment de nature minérale, naturellement, et d'un fondant silicaté ou borosilicaté plombeux, dans la généralité des cas.

Rappelons en terminant que la porcelaine est la reine des poteries. Cette royauté a été comprise à Limoges, dès le début de la fabrication de la porcelaine dure feldspathique en France. Tout d'abord, on s'y est préoccupé de faire un produit satisfaisant. Les pâtiers ont fait tous leurs efforts pour préparer des pâtes donnant une porcelaine aussi belle que possible sous le rapport de la blancheur, de la translucidité et du grain. La porcelaine de Limoges possède une translucidité caractéristique, extrêmement développée dans les pièces minces et qui la fait reconnaître parmi les autres porcelaines. Ceci nécessite une parfaite vitrification de la pâte ; elle a comme corollaire un grain très fin. On a toujours donné au décor une grande attention tant pour le choix des sujets que pour leur exécution et la renommée mondiale des porcelaines de Limoges n'est pas à rappeler ici.

Le genre spécial de Limoges est particulièrement connu, mais on a pu voir qu'à l'Exposition des Arts Décoratifs, en 1925, un effort très sérieux avait été fait par certains fabricants pour se dégager des anciennes formules et maintenir le rang de Limoges, au milieu de la concurrence étrangère, en apportant des formes et des conceptions du décor en rapport avec l'évolution moderne. Tout récemment encore, une nouvelle manifestation a attiré l'attention du public sur la production limousine. L'exposition Art et Aéronautique a été le prétexte de la création de motifs décoratifs dans le service de table, exposés au Pavillon des Arts décoratifs. Ils ont montré la souplesse de l'imagination des décorateurs et on ne peut que les en louer. Ils nous ont permis de nous rendre compte que Limoges pouvait faire du nouveau quand le besoin s'en faisait sentir. N'oublions pas que la porcelaine joint au charme de son bel aspect des qualités particulièrement précieuses au point de vue hygiéniques, par suite de son imperméabilité, due à la vitrification de la masse, et de la nature de sa couverte. Une poterie dont le corps n'est pas poreux ne se laisse imprégner par aucun liquide et point n'est besoin, comme dans la faïence, de recourir à une composition vitrifiée — la glaçure — pour corriger la porosite très marquée de la masse. Cette obligation d'appliquer une composition vitrescible sur un corps grenu (même très fin, comme celui de la faïence fine) est une grosse difficulté de cette fabrication. Un manque d'accord provoque des accidents regrettables, tels que la production de tressaillures, c'est-à-dire de fissures dans la glaçure, par où les matières liquides peuvent s'infiltrer dans le corps de la pièce et la corrompre, en lui inculquant un mauvais goût. Des tasses à café dans lesquelles se produirait un pareil accident seraient à jamais perdues. Rien de semblable n'est à craindre avec un produit imperméable par lui-même; la couverte de la porcelaine n'est pas une nécessité, c'est un agrément qui donne du poli et de l'éclat à la pièce. Elle a le grand avantage, étant formée d'une roche dure fondue, de ne pas se laisser rayer par le couteau, comme les glaçures plombeuses.

NOTES ET ACTUALITÉS

Géodésie

Quelques problèmes internationaux en Géodésie. — Depuis les travaux monumentaux qui au cours du XVIII[e] siècle nous firent connaître avec une exactitude déjà grande la forme et les dimensions de la Terre, les services géodésiques des diverses nations ont accumulé beaucoup de documents dans le but pratique de dresser la carte des pays intéressés. A coté de ces travaux, plus particulièrement nationaux, il en est d'autres qui ne peuvent être menés à bien que par la collaboration et les efforts, des savants de toutes les nations. M. William Bowie, Président de la Section de géodésie de l'Union Géodésique et Géographique Internationale en donne un aperçu dans le dernier numéro du *Bulletin Géodésique*.

L'étude de la variation des latitudes est depuis longtemps poursuivie dans 4 stations coopérant au même plan. Mizusawa au Japon, Carloforte en Italie, Ukiah et Gaithersburg aux Etats-Unis, toutes approximativement sous le 39° parallèle. Mais les astronomes désirent depuis longtemps d'autres stations sur un parallèle de l'hémisphère sud qui indiqueraient si les variations de latitudes trouvées dans l'hémisphère nord ont leur contrepartie dans le sud. Il semble très probable que pour pouvoir organiser ces nouvelles stations des fonds devront être fournis par l'Union Internationale de Géodésie et de Géophysique.

Pour que la figure de la Terre puisse être déterminée avec la plus grande précision possible, il est désirable de relier entre elles les triangulations des différents continents, et de les ajuster en un tout. Chaque contrée travaillant par elle-même ne pourrait couvrir qu'une petite partie du problème. Un comité international avec un personnel de géodésiens et de mathématiciens devrait diriger et coordonner les efforts. Pour cela aussi, des fonds devront être demandés à l'organisation internationale géodésique.

Pour déterminer la forme de la Terre par des observations de gravité, on a besoin de milliers de déterminations de la gravité à la mer. La méthode est maintenant bien établie. M. Bowie propose qu'un observateur relevant de l'Union Géodésique Internationale se transporte avec ses appareils d'une contrée à une autre en usant des sous-marins des différentes marines. On peut compter que les diverses marines nationales s'empresseraient de mettre l'observateur à même d'utiliser leurs sous-marins dans les eaux voisines de leurs côtes. En peu d'années des données nombreuses seraient obtenues et l'on aurait une détermination de la forme de la Terre, bien meilleure que celles que nous possédons actuellement.

Les mesures de gravité sur les océans devraient être complétées par des mesures analogues sur les îles qui renseigneraient sur la densité des roches formant ces îles.

Un autre problème scientifique international important est l'établissement d'un système coordonné de stations fondamentales nationales pour la gravité.

Une généralisation des études sur l'isostasie serait désirable, mais il y a de vastes régions où aucune donnée géodésique n'est utilisable. Les observations de la gravité à la mer doivent être complétées par celles des déviations de la verticale aux stations géodésiques terrestre. Ces déterminations doivent être réduites sous une direction internationale pour que les données obtenues dans les divers pays soient comparables.

L'isostasie une fois bien établie, il est possible d'obtenir ce qu'on peut appeler les contours du géoïde théorique et de rechercher les relations entre le geoïde et le sphéroïde, puis de comparer ces contours avec ceux tirés des triangulations et des déterminations de la gravité.

La détermination des déviations par rapport à une surface équipotentielle des niveaux moyens de la marée en des points éloignés le long des côtes de l'Océan est une question de grand intérêt, pratique et scientifique. Les réseaux de nivellement de chaque continent doivent être combinés. C'est aussi matière à coopération internationale.

Enfin, le dernier point sur lequel M. William Bowie attire l'attention est la publication d'un journal consacré à la géodésie et donnant en particulier la biliographie de la littérature géodésique; les organisations géodésiques des différentes contrées devraient lui fournir les titres et les analyses des publications géodésiques de leurs propres nationaux. Le *Bulletin Géodésique* qui existe presque depuis la création de l'Union Géodésique pourrait remplir ce rôle.

J. B.

Cinématographie

Applications scientifiques de la cinématographie. — Dans le *Bulletin des Recherches et Inventions* (décembre 1930), le docteur Commandon fait un exposé très intéressant des applications scientifiques que permet le cinématographe.

1. Tout d'abord, le cinématographe se prête admirablement à l'étude des mouvements. Selon le mouvement que l'on étudie, on peut faire trois sortes de prises de vues : 1° à l'allure normale de 16 images par seconde, pour reproduire la vitesse normale; 2° à une allure plus rapide, pour obtenir des mouvements ralentis; 3° à une allure plus lente, pour réaliser des mouvements accélérés à la projection.

C'est Marey et ses élèves qui, pour appliquer la méthode chronophotographique, ont inauguré la plupart des techniques qui sont maintenant utilisées partout plus ou moins perfectionnées. L'éclosion d'une fleur a été la première fois reproduite à l'accéléré dans cet Institut. Pizon, Ries, Athanasiu ont amélioré l'installation imaginée par Marey pour la micro-cinématographie. Carvallo, le premier, a pris des cinématographies à l'aide des rayons X. — Pour l'étude au ralenti, Noguès a créé un appareil donnant plus de 300 vues par seconde, avec lequel des films physiologiques très intéressants ont été enregistrés, par exemple ceux qui ont servi à l'étude, par le professeur Richet, du vol de l'oiseau.

Pour les cadences plus élevées, le déplacement discontinu du film devient irréalisable mécaniquement. Le sous-directeur de l'Institut Marey, M. Bull, a tourné la difficulté en employant l'étincelle électrique comme source d'éclairage et en enregistrant les cinématographies sur un tambour en rotation. Le sujet mobile se meut entre la source éclairante et l'objectif qui en dessine, par conséquent, la silhouette. Comme source, on peut adopter l'étincelle de décharge d'un condensateur électrique dont la durée ne dépasse pas souvent un millionième de seconde. En réglant la vitesse de rotation du cylindre sup-

portant le film et la cadence des étincelles, on obtient une suite d'images également espacées. Par le tirage positif de ces images négatives, dans un appareil normal, on réalise un film projetable. M. Bull est ainsi parvenu à étudier le vol de certains insectes, l'éclatement de bulles de savon, etc., à l'allure de plusieurs milliers d'images par seconde.

Le procédé de cinématographie par étincelles donne des documents précieux pour l'étude des projectiles des armes à feu; il est, dans ce cas, souvent nécessaire de prendre plusieurs dizaines de milliers d'images par seconde. On peut y parvenir en enroulant le film à l'intérieur du tambour, l'image étant renvoyée sur la couche sensible par le jeu de surfaces réfléchissantes. Pendant la guerre, en collaboration avec la Direction des Inventions et le professeur Abraham, M. Bull a réussi à prendre 18.000 images par seconde d'un projectile de canon. Depuis, il a encore perfectionné son appareil. En Allemagne, le procédé a été utilisé pour étudier la soudure autogène des métaux, ce qui a permis d'en améliorer la technique. Granz, au laboratoire de balistique de l'Académie technique militaire de Charlottenburg, a enregistré des photographies par étincelles à la cadence fantastique de 3 millions par seconde. Observées à la loupe, ces photographies donnent des renseignements précieux sur le mode d'action des projectiles, l'onde explosive, etc.

En Angletrerre, Heape et Crylls ont construit, pour les études balistiques de l'amirauté britannique, un appareil qui permet d'enregistrer un grand nombre de phénomènes rapides, comme la perforation des plaques de blindage par des projectiles de guerre; sans employer l'étincelle, ils sont parvenus à prendre jusqu'à 1.800 photographies par seconde d'un sujet éclairé par le soleil. Le mouvement continu du film est alors compensé par le mouvement du système optique composé d'un train de 16 objectifs semblables, fixés à la périphérie d'un disque qui tourne synchroniquement avec un tambour de Bull. L'image reste fixe sur le film, grâce au déplacement de l'objectif qui la forme, l'image consécutive étant donnée par l'objectif suivant.

Les appareils sans obturateur, à mouvement continu du film et à compensation optique, sont, nous dit le Dr Commandon, les cinématographes de l'avenir. Toutefois, dans de nombreux cas où il suffit de prendre de 100 à 300 vues par seconde, les appareils à mouvement saccadé du film donnent jusqu'ici de meilleurs résultats photographiques. M. Labréty a construit un dispositif très robuste qui a permis de réaliser, à l'école de Joinville, des cinématogaphies ralenties des exercices athlétiques, d'un haut intérêt physiologique; il a réalisé des films analogues pour étudier les démarches du cheval, à l'école de Saumur. Cet appareil, sous le nom de G. V. Debrie, est en usage dans le monde entier et les laboratoires en tirent des documents précieux.

Dans de nombreuses circonstances, l'appareil de prise de vues normal peut suffire pour l'enregistrement de phénomènes fugitifs, mais dont la rapidité n'est pas excessive lorsqu'on veut garder la trace du phénomène ou analyser son mécanisme. Ainsi M. Guillet a réussi à obtenir des films montrant les déformations des tubes métalliques et M. Bénard les curieuses figures régulières provoquées, dans les liquides chauffés, par les courants de convection.

Mais c'est en biologie, écrit le Dr Commandon, que l'inscription cinématographique trouve le mieux son application. Il cite les films chirurgicaux inaugurés par le Dr Doyen qui enregistrent les techniques et les tours de main de maîtres de la chirurgie. Tous les grands services de clinique des maladies nerveuses utilisent aussi, maintenant, le cinématographe, pour conserver des documents sur les mouvements pathologiques. Les laboratoires de physiologie ne peuvent plus se passer de ce mode d'inscription.

C'est à Carvallo qu'on doit les premières expériences sur la cinématographie au moyen des rayons X. Comme ces rayons ne sont pas réfractés par le verre des objectifs, cet auteur posait l'animal à cinématographier devant l'ampoule, sur le film même. Le procédé permettait de prendre des vues à travers un petit animal : grenouille, souris. M. Lomon a cinématographié, à l'aide d'un objectif de grande ouverture, l'écran fluorescent placé devant le sujet et sur lequel se dessine sa radioscopie. Le docteur Commandon et lui ont ainsi réussi à prendre le battement du cœur, dans un thorax humain, à la cadence de 18 vues par seconde.

Mme François Frank, en collaboration avec le professeur Fauré-Frémiet, est parvenue à étudier les mouvements des amibocytes des vers. M. Jean Painlevé a enregistré les mœurs curieuses de petits animaux marins et certains phénomènes intimes de la vie cellulaire. Parmi les autres films microphotographiques, le Dr Commandon cite ceux de M. Carrel qui reproduisent l'aspect des cellules animales vivantes cultivées par son célèbre procédé, ceux du professeur Chambers de New-York relatives à ses expériences de microdissection, ceux du professeur Krogh, de Copenhague sur la circulation capillaire du sang. Le docteur Commandon lui-même, dès 1909, est parvenu par l'emploi de l'ultra microscope, à cinématographier de petits microbes comme le spirochète de la syphilis.

« Instrument de recherche, instrument de démonstration, conclut le Dr Commandon, le cinématographe a devant lui un bel avenir scientifique. A. Bc.

Chimie Physique

Activité chimique des substances à l'état naissant. — On a très souvent signalé les propriétés chimiques particulières de l'hydrogène fraîchement préparé ou, comme on dit, à l'état naissant. Cependant de nombreuses contradictions ont été relevées dans les constatations des auteurs relatives à cette affinité particulière que prendraient les corps à l'état naissant. Ainsi a-t-on signalé que les propriétés chimiques de l'hydrogène naissant varient avec son origine : d'après Tommasi, le gaz libéré par l'action des acides sur le zinc réduit les halogénures d'argent et les chlorates; celui obtenu par électrolyse réduit les halogénures mais n'attaque pas les chlorates; et celui formé en décomposant l'eau par l'amalgame de sodium ne produit ni l'une ni l'autre des réactions précédentes.

On a souvent attribué les propriétés de l'hydrogène naissant à la présence d'hydrogène atomique par analogie avec les résultats établis par Langmuir et par Wood sur la constitution de l'hydrogène activé à haute température. D'autres auteurs les ont rattachées à la production de formes moléculaires instables de structure déterminée, par exemple à un polymère, l'hyzone, qui jouerait, vis-à-vis de l'hydrogène, le même rôle que l'ozone vis-à-vis de l'oxygène. Berthelot attribuait les propriétés chimiques particulières des substances fraîchement préparées à la chaleur dégagée par la réaction génératrice ou par toute autre transformation exothermique simultanée, ce qui peut être rapproché des idées modernes relatives aux molécules activées par un accroissement de leur énergie cinétique.

On a été amené à penser qu'un grand nombre de réactions étaient le résultat de transformations successives intermédiaires, et que les produits apparaissant au cours

de ces transformations étaient doués d'une activité particulière. L'état naissant d'une substance pourrait alors être considéré comme le premier stade qu'atteint toute molécule qui vient d'apparaître dans une transformation chimique et qui évolue par degrés successifs vers la maturité.

M. Pinkus rappelle (*Bulletin de la Société chimique de Belgique*, tome 39, 1930) qu'un certain nombre de faits conduisent à admettre l'existence d'une étape ionisante dans les transformations chimiques les plus diverses. D'après lui, l'activité chimique des substances se manifeste généralement à un degré exceptionnel, au moment même où elles prennent la forme de particules chargées.

Dans le cas des électrolytes dissous qui réagissent instantanément aussitôt dissociés, une telle hypothèse ne paraît pas discutable. Dans le cas des réactions entre gaz, la loi de proportionnalité entre l'intensité de l'ionisation et la vitesse de réaction est un argument sérieux en faveur d'une relation de cause à effet entre la charge électrique des molécules et leur pouvoir réactionnel. Un autre argument est fourni par le fait que tous les procédés servant à activer un gaz, c'est-à-dire à le rendre plus apte à réagir, sont en même temps des procédés d'ionisation.

M. Pinkus donne quelques exemples empruntés à des réactions en phases gazeuses.

Ainsi l'oxyde de carbone soumis aux décharges obscures ne commence à se dissocier qu'à partir d'un champ accélérateur de 14,3 volts cm., ce qui correspond au potentiel d'ionisation $CO \rightarrow CO^+$. Il en est de même pour la réaction entre l'oxyde de carbone et l'hydrogène, et on constate de plus, dans ce cas, une accélération bien marquée de la combinaison au voisinage de 30 volts-cm., ce qui correspond au potentiel de dissociation de la molécule d'hydrogène avec formation de deux atomes ionisés. La réactivité particulière des ions H+ obtenus par chocs d'électrons accélérés se manifeste encore par la faculté qu'ils possèdent de réduire les oxydes métalliques les plus stables, l'oxyde de baryum par exemple.

M. Pinkus fait en outre remarquer que la formation d'agrégats électrisés, provenant de l'accolement d'une ou de plusieurs molécules à un ion simple, est généralement admise dans l'interprétation des réactions photochimiques et radiochimiques. Il ne s'agit donc pas d'une hypothèse nouvelle créée *ad hoc*. La formation de ces agrégats se justifie théoriquement par la polarisation des molécules et l'attraction exercée par les ions sur les dipôles. Et après avoir examiné les objections d'ordre expérimental ou théorique qui ont été faites à l'hypothèse de la théorie ionique des transformations chimiques, l'auteur conclut : « Cette théorie est basée sur des faits d'expérience bien établis : apparition constante de particules chargées au cours des réactions les plus diverses; action ionisante de tous les agents d'activation; réactivité particulière propre à l'état ionisé. Cette théorie nous paraît en tout cas une bonne hypothèse de travail dans l'étude de deux problèmes réciproques : formation d'ions accompagnant la rupture des liens entre atomes et rôle des ions dans les transformations chimiques. »

A. Bc.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

L'évolution du pétrolier. — Les navires destinés au transport des combustibles liquides occupent une place très caractéristique, et dont l'importance s'accroît sans cesse, dans le matériel de la navigation commerciale. Beaucoup plus différenciés dans leur type générique que les charbonniers, ils se distinguent également de ces derniers, aussi bien par leurs dimensions plus considérables que par l'importance des appareils divers dont ils sont équipés. Il n'est pas sans intérêt de signaler les tendances les plus récentes qui se manifestent dans leur construction.

C'est, en premier lieu et d'une façon très générale, l'accroissement du tonnage moyen : la portée en lourd de ces bâtiments s'est élevée, de 1924 à 1930, de 7 500 à 10 800 tonnes. Un nombre important de pétroliers de 15 à 16 000 t. est en cours de construction. Les déplacements atteignent pour les plus fortes unités 25 à 28 000 t.

Cette progression est sensiblement supérieure à celles que peuvent accuser les autres catégories de navires de charge. On conçoit d'ailleurs que la capacité d'un cargo ordinaire, soit pratiquement limitée, tant par la difficulté que comporte le plus souvent la constitution d'une cargaison composée d'éléments divers, que par une série d'autres considérations, celle en particulier de ne pas se trouver exclu des ports à profondeur relativement faible ou ne disposant pas d'étendues de quais bien considérables. Le pétrolier, au contraire, profite sans restriction de tout l'avantage économique qui résulte en général de la concentration du matériel et il ne fréquente, de plus, que des ports bien déterminés, où des emplacements spéciaux peuvent lui être réservés, munis des installations les plus adéquates à la rapidité des opérations de chargement et déchargement normales.

La seconde tendance fondamentale, qui s'est accentuée tout particulièrement dans la période la plus récente, est celle de l'adoption du moteur Diesel pour la propulsion. Les statistiques de 1929 à 1930 relèvent que la proportion des navires à Diesel était de 30 o/o de l'effectif des pétroliers *en service*. Or, sur 122 pétroliers qui étaient *en construction* en mars 1930 et qui représentaient un tonnage brut global de 887 000 tx, on en comptait 104 à moteur, soit un tonnage de 783 000 tx, près de 90 o/o du total.

Indépendamment même de tout autre considération particulière, telle, par exemple, que la sécurité, les avantages propres au Diesel, notamment l'économie de consommation et l'accroissement de poids utile résultant de l'allègement qu'il permet d'opérer sur l'appareil moteur et surtout sur le combustible, sont encore ici plus manifestes pour un pétrolier que pour tout autre navire de charge. Les longs voyages que comporte l'exploitation de ces navires, la proportion notablement plus élevée des jours passés à la mer par rapport aux séjours dans les ports, constituent des conditions éminemment favorables au rendement du moteur à combustion interne. C'est d'ailleurs ce qui ressort de la comparaison des résultats de l'exploitation des pétroliers à moteur, avec ceux que présentent les meilleurs pétroliers à vapeur chauffant au mazout, en dépit cependant d'un prix de construction et de frais d'entretien plus élevés pour les premiers.

On comprend aisément l'intérêt qui s'attache aux commandes de pétroliers, pour l'industrie navale. Les chantiers français en ont construit de fort beaux, tant pour notre armement que pour des sociétés étrangères. J'en ai donné un exemple caractéristique dans une note du 13 juillet 1929, avec la photographie d'un pétrolier construit par les *Chantiers Navals de Caen* pour le gouvernement soviétique. Le *Roxane*, livré fin 1929 à la *Compagnie Auxi-*

liaire de Navigation, par les *Ateliers et Chantiers Maritimes du Sud-Ouest*, déplace 16.000 tx et une portée en lourd de 11.000 t. Deux moteurs Burmeister à 6 cylindres, de 4.250 CV, lui assurent une vitesse en service de 11 nœuds.

Il est regrettable que notre industrie n'ait pas eu sa part dans les commandes considérables qui sont actuellement en cours d'exécution dans les grands chantiers d'Europe. Il est, à ce propos, intéressant de constater que c'est lors de la construction aux *Chantiers de la Seine Maritime*, en 1928 et 1929, de deux pétroliers de 11 000 tonnes pour le compte de l'*Anglo-Saxon Petroleum C°*, qu'a été envisagée, pour la première fois, au cours même de l'exécution de la commande, un accroissement de la puissance motrice primitivement fixée. Or, il s'agit-là précisément de l'apparition d'une troisième tendance, que les constructions plus récentes n'ont fait que confirmer. Les pétroliers *Megara* et *Mirza* devaient être équipés chacun de deux moteurs *Werkspoor*, développant au total 3 900 CV à 115 tours, pour donner de 11 à 11 nœuds 1/2 en service, ce qui est encore la vitesse normale des bâtiments de cette catégorie. Par la suite, ces moteurs furent transformés par l'adjonction de dispositifs de suralimentation. Les moteurs du *Megara*, de 1928, reçurent un appareillage du système Van Essen, de la firme Werkspoor d'Amsterdam; dans cette conception, l'air d'aspiration est comprimé par les pistons du moteur eux-mêmes, pendant leur course descendante. Le *Mirza*, de 1929, reçut des turbo-compresseurs Büchi, actionnés par une turbine mue par les gaz d'évacuation.

Les moteurs ainsi modifiés réalisèrent, pour le *Megara*, 6 300 CV aux essais, à 124 tours. Ce navire accomplit son premier voyage du Havre à Curaçao en 13 jours, soit à une moyenne de 13 nœuds.

L'*Anglo-Saxon Petroleum* a commandé par la suite vingt grands pétroliers, qui seront équipés comme le *Megara*, en vue d'une vitesse de 12 n. 5 à 13. Huit de ces navires sont construits en Angleterre, onze en Allemagne et en Hollande, un à Trieste.

La *Standard Oil* de New-York a passé, de son côté, la commande de six navires de même importance aux chantiers allemands et de trois autres aux établissements de Monfalcone, à Trieste. L'Angleterre construit, sur ses divers chantiers, près de 180 pétroliers, dont 80 environ pour des armateurs norvégiens. Le prix de chacun de ces navires peut varier de 150 000 à 170 000 livres sterling.

Les pétroliers sont soumis à une usure sensiblement plus rapide que les autres navires, du fait de la corrosion. En particulier, ceux qui transportent soit de l'essence ou des benzines, soit des huiles lourdes renfermant du soufre ou des acides, sont mis hors de service au bout de 12 à 15 ans, à moins de travaux de refonte dont le coût peut atteindre de 50 à 60 o/o du prix d'achat. La corrosion est d'ailleurs favorisée par une série de pratiques inhérentes au service normal, telles que le réchauffage du pétrole, le nettoyage des soutes à la vapeur, le brossage des parois, le transport d'eau salée dans certains compartiments. Des problèmes importants demeurent posés de ce chef.

LOUIS BASSO.

Chimie

L'industrie de l'azote et nos besoins alimentaires. — L'importance, toujours croissante, de l'azote comme engrais, a fait l'objet d'une communication de R. E. Slade, à la session de la British Association, tenue à Bristol en septembre 1930.

Chemical News, 26 septembre 1930.

Si, depuis des siècles, les agriculteurs apprécient et mettent à profit, de manière empirique, l'action fertilisante des composés azotés sur les terrains, ce n'est qu'en 1840, que le véritable rôle de l'azote a été vraiment élucidé, grâce aux travaux de Liebig. Dès lors, les pratiques courantes, cessant d'être intuitives, ont pu s'étayer sur des bases scientifiques sûres.

C'est tout d'abord à l'état de nitrate de sodium, extrait du Chili, qu'on a utilisé l'azote. Puis, vers 1880, on a recouru au sulfate d'ammonium, récupéré des sous-produits des fours à coke.

En 1905, on s'est adressé aussi à la cyanamide calcique. La même année ont eu lieu les premiers essais de fixation de l'azote de l'atmosphère, sous forme d'acide nitrique, par combinaison directe de l'azote et de l'oxygène dans l'arc électrique. Le procédé, lancé d'abord sans succès au Canada, ne tardait pas à être repris en Norvège, et le nitrate de calcium faisait son apparition, sur le marché, comme engrais. C'était, en moins de dix ans, la réalisation du rêve de Crookes, la production d'engrais azotés, formés à partir de l'azote de l'air.

Cependant, c'est à l'état d'ammoniaque que la fixation de l'azote devait présenter le plus d'avantages. En partant des études théoriques de Haber, vieilles maintenant d'une vingtaine d'années, sur l'équilibre de l'azote, de l'hydrogène et de l'ammoniaque, à température élevée, en présence d'un catalyseur, Bosch a mis au point, la manufacture à grande échelle de l'ammoniaque synthétique.

Le procédé de l'ammoniaque devait primer tous les autres par son moindre prix de revient. La concurrence a frappé surtout les procédés cyanamide et arc. Au Chili, l'industrie du nitrate, ébranlée dans ses bases, a dû, pour subsister, se résigner à une révision complète de ses techniques.

En 1898, l'industrie de l'azote avait déjà pris une extension considérable. En 1921, la production d'azote synthétique parvenait à dépasser celle de l'azote provenant du nitrate du Chili.

En 1928, la demande mondiale d'azote s'est élevée à 1.843 milliers de tonnes d'azote fixé, dont 1.442 milliers de tonnes sous forme de sulfate d'ammonium, et 401 milliers de tonnes sous forme de nitrate du Chili. L'industrie a exigé 185 milliers de tonnes et l'agriculture pas moins de 1.658 milliers de tonnes.

Au taux de 5 livres sterling la tonne, l'agriculture aurait alors fait une consommation représentant 83 millions de livres sterling et, ainsi que Slade, tient à le souligner, ce n'est moins de 56 millions de personnes dont les engrais artificiels, produits actuellement, suffiraient à assurer l'existence.

S. V.

Statistique

L'énergie hydraulique au Canada. — On peut avoir une idée de l'activité de l'industrie hydroélectrique au Canada en jetant un coup d'œil sur le graphique ci-joint. En 1900 170.000 HP étaient équipés, en 1915, 2.100.000 HP, en 1928, 5.350.000. D'énormes projets sont de plus en voie de réalisation, ils ajouteront deux millions de chevaux. En 1928, la production d'énergie a dépassé 16 milliards de kilowattsheure, qui représentent plus de 12 milliards de kilogrammes de houille noire. Le bulletin de septembre 1930 de la Chambre de Commerce Française de Montréal, qui a publié ces nombres, ajoute que le capital investi dans ces entreprises hydro-électriques dépassait 950 millions de dollars en 1928. Enfin, les deux tiers des maisons, urbaines ou rurales du Canada, sont pourvues du courant électrique.

Dans une étude de M. F. Herry, publiée par la *Revue Industrielle* de novembre 1930, la puissance hydraulique utilisable au Canada dépasse 46 millions de chevaux. Le St-Laurent peut, à lui seul, donner 5 millions de chevaux entre le lac Ontario et Montréal. Le projet « Beauharnois

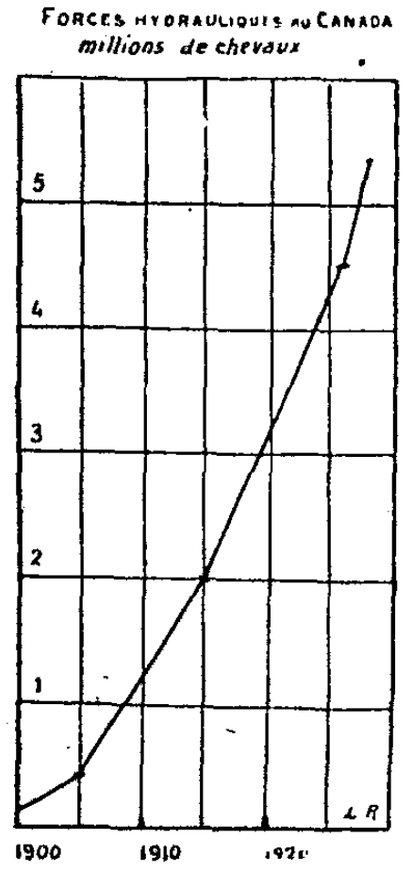


Fig. 1.

Power », dont on a commencé les travaux, donnera 500.000 chevaux entre le lac St-François et le lac Saint-Louis : plus de 1.850 m³ avec 25 m. 30 de chute. L'équipement de cette chute coûterait 130 dollars par cheval.

L. R.

Production de l'or au Canada. — Le Canada occupe actuellement la troisième place pour la production de l'or. Il a produit en 1928 plus de 1.890.000 onces, en 1929, plus de 1.927.000 onces. Cette production s'accroît et se rapproche de celle des Etats-Unis. Une très faible partie provient des gisements alluvionnaires du Yukoun et de la Colombie Britannique. De nombreuses sociétés exploitent des gisements de quartz aurifère, notamment dans la nouvelle-Ecosse, Québec, et l'Ontario, enfin une veine a été découverte dans le Manitoba. Le capital investi dans les Mines d'or du Canada dépasse 147 millions de dollars. On peut chiffrer à 13 o/o du total l'or provenant des mines de cuivre-or-argent qui produisent surtout le cuivre, comme c'est le cas dans la plupart des mines productives d'or en Colombie Britannique. Ces intéressants renseignements sont extraits du Bulletin de septembre 1930 (p. 7), de la Chambre de Commerce Française de Montréal.

L. R.

Production du nickel et des métaux précieux au Canada. — D'après les estimations relatées par l'*Industrie Chimique*, le Canada a produit en 1930, environ 90.000 tonnes de nickel valant, à 27 cents la livre, 49 millions de dollars. On estime que les métaux précieux du groupe du platine représenteront, en 1930, 4 millions de dollars, l'or un million et l'argent un million de dollars.

L. R.

VARIÉTÉS

La Mission Scientiffque Dakar-Djibouti

Nous donnons ci-dessous le programme de la Mission Dakar-Djibouti, qui doit s'embarquer dans quelques jours.

Chef de la Mission : M. Marcel Griaule.

La Mission scientifique Dakar-Djibouti, qui vient d'exposer l'essentiel de son matériel au Musée d'Ethnographie du Trocadéro (30 avril-4 mai 1931) et qui doit s'embarquer les 13 et 16 mai, pour un voyage transafricain d'environ deux années, a été organisée par l'Institut d'Ethnologie de l'Université de Paris et le Muséum d'Histoire Naturelle. Consacrée officiellement par la loi du 31 mars 1931, elle a reçu le patronage ou des subventions de trois ministères, de vingt et un établissements officiels ou scientifiques, de la Fondation Rockfeller et de diverses personnalités privées (entre autres, Fonds Al Brown-Khaett-Lumiansky).

Les buts que se propose la Mission Dakar-Djibouti sont avant tout ethnographiques et linguistiques. Formation de collections d'une manière méthodique, chaque objet étant accompagné d'une fiche indiquant son nom français, son nom indigène, sa localisation et son aire de diffusion, les renseignements techniques relatifs à sa fabrication, à ses usages, aux croyances qui s'y rattachent, etc..., le nom de la tribu, de la famille, de l'individu auxquels l'objet appartenait; enquêtes ethnographiques et linguistiques menées suivant les principes enseignés à l'Institut d'Ethnologie; prise de vues documentaires photographiques et cinématographiques; enregistrement de langages et de musiques indigènes sur disques de phonographe; conseils donnés aux fonctionnaires de bonne volonté pour qu'ils effectuent des observations et rassemblent des collections par eux-mêmes selon une méthode rationnelle (une brochure leur sera distribuée à cet effet, les *Instructions sommaires pour les collecteurs d'objets ethnographiqus*, éditées par le Musée d'Ethnographie du Trocadéro et la Mission, les frais de cette édition étant prélevés sur le Fonds Al Brown-Khaett-Lumiansky); tels sont les principaux objectifs de cette expédition.

D'autre part, la Mission formera des collections de préhistoire et d'archéologie et repèrera les sites susceptibles de donner lieu à des fouilles ultérieures. Elle signalera les monuments indigènes les plus intéressants, de manière que puissent être prises des mesures conservatoires analogues à celles qu'on applique aux monuments historiques classés. En Abyssinie, elle aura le concours de M. l'abbé Breuil pour tout ce qui concerne l'archéologie préhistorique. Elle formera aussi une collection de peintures religieuses abyssines et enseignera aux peintres indigènes, par l'intermédiaire d'un artiste européen, des méthodes destinées à leur éviter l'emploi qu'ils font habituellement de couleurs d'importation à l'aniline, matière qui se détériore à la lumière et ne permet pas aux tableaux de résister à l'action du climat et du temps.

Au point de vue de l'Histoire naturelle, des collections botaniques, minéralogiques, entomologiques, zoologiques seront formées. Une partie du film sera consacrée à la faune et à la flore des pays traversés.

Le matériel scientifique de la Mission comprendra essentiellement : un appareil d'enregistrement phonographique et 500 cylindres équivalent à 2.000 disques de durée normale; six appareils photographiques et 6.000 plaques; deux appareils de prise de vues et 20.000 mètres de film. Il comportera en outre un alambic à colonne de plantes, un électroscope de radio-activité et des instruments divers pour l'anthropométrie et la météorologie.

Le personnel se répartit ainsi : un ethnographe (chef de la mission), un naturaliste (le second de la mission, un préhistorien, un linguiste, un musicologue (chargé de la collecte des instruments de musique et de l'enregistrement phonographique), un peintre (qui dirigera les travaux des artistes abyssins), un archiviste, un photographe et deux mécaniciens.

Telles sont, dans leurs grandes lignes, les projets et la constitution de la Mission Dakar-Djibouti, qui, après un an de préparation, va entrer enfin dans sa phase active et espère bien enrichir le Musée d'Ethnographie du Trocadéro et le Muséum d'Histoire Naturelle d'abondantes collections.

MARCEL GRIAULE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 mars 1930.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *D. Pompeiu.* — **Sur une propriété des fonctions holomorphes.**

GÉOMÉTRIE DES MASSES. — *D. Wolkowitsh* (prés. par M. M. d'Ocagne). — **Représentation des résultats d'une série d'expériences par une formule approchée à deux paramètres.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *P. Delens.* — **Congruences de courbes et figuration des invariants.**

CRISTALLOGRAPHIE. — *R. Gibrat* (prés. par M. Fabry). — **Sur l'optique des structures hétérogènes unitaxes.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *D. Chalonge* et *E. Dubois* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur la distribution de l'ozone dans l'atmosphère.**

L'ozone paraît être distribué de façon beaucoup moins discontinue qu'on ne l'avait supposé jusqu'ici et il doit en exister des quantités appréciables jusqu'à des altitudes relativement basses.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Mme F. Bayard-Duclaux* (prés. par M. Maurain). — **La conductibilité de l'air à Paris.**

Les mesures relatives à la variation annuelle ont permis de constater un minimum très accentué en janvier, prolongé en février et en mars; il est précédé d'une décroissance rapide en automne et suivi d'une croissance brusque au printemps. L'après-midi marque une décroissance rapide de la conductibilité. Le rapport des conductibilités pour Paris et le Val-Joyeux donne respectivement 0,30 et 0,24; ce rapport semble être influencé par le vent : la direction Est paraît correspondre à un maximum très accentué pour les deux rapports. Un accroissement d'humidité relative, favorisant la formation de gros ions, tendrait à faire diminuer la conductibilité.

AÉRODYNAMIQUE. — *A. Magnan* et *A. Sainte-Laguë* (prés. par M. A. d'Arsonval). — **Sur la distribution des vitesses aérodynamiques autour d'un avion en vol.**

L'auteur a cherché à déterminer les diverses vitesses de l'air en différents points autour d'un monoplan Gourdon-Leseurre de 180 CV., en vol horizontal et pour un régime de moteur de 1.800 t/m.

Les chiffres trouvés montrent que la vitesse aérodynamique qui est de 180 km/h. en bout d'aile est beaucoup plus grande au-dessus de l'aile, surtout derrière l'hélice, et, par contre, plus faible au-dessous de l'aile, en avant du bord d'attaque et au bord de fuite dans les régions situées en dehors du souffle de l'hélice; elle est aussi plus petite en divers endroits en arrière du propulseur, soit au voisinage de l'aile.

CHALEUR. — *L. Joly* (transm. par M. J. L. Breton). — **Sur une méthode de mesure du coefficient de conductibilité calorique des matériaux.**

Cette Note est consacrée à l'exposé du dispositif établi par le Comité du Génie de l'Office national des Inventions, pour ses expériences pratiques sur la conductibilité des parois employées dans la construction. L'auteur l'a utilisé, suivant une méthode qu'il indique, pour la mesure du coefficient de conductibilité, indépendamment des autres phénomènes qui interviennent dans la pratique.

PHOTOCHIMIE. — *G. Emschwiller* (prés. par M. Georges Urbain). — **L'action chimique de la lumière ultraviolette sur les iodures d'alcoyle.**

L'étude des décompositions photochimiques dues à la lumière visible ou ultra-violette peut permettre, en particulier, d'acquérir des renseignements précieux sur la structure. L'action chimique de la lumière sur les iodures d'alcoyle est à ce point de vue féconde en résultats. Elle a révélé l'existence, dans les molécules de ces iodures, d'un atome d'hydrogène singulier, atome qui serait fixé au même atome de carbone que l'atome d'iode, sauf, nécessairement dans le cas des iodures tertiaires. Cet atome d'hydrogène et l'atome d'iode seraient étroitement solidaires; cette solidarité influerait sur la solidité des autres liaisons internes de la molécule, comme il apparaît nettement dans le cas de l'iodure de butyle tertiaire. L'atome d'hydrogène singulier serait ainsi sous la dépendance à la fois de l'atome d'iode et d'un atome de carbone.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L. Guillet* et *J. Cournot.* — **Remarques relative à l'influence des gaz occlus sur les propriétés mécaniques des produits métallurgiques.**

Contrairement à l'opinion émise par divers auteurs, il semble que la nocivité des gaz sur les propriétés mécaniques des produits métallurgiques n'est pas aussi grande qu'on le pense, sauf pour le fer électrolytique.

— *Ch. Bedel* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur la résistivité électrique du silicium.**

L'auteur a pu réaliser de bons contacts électriques avec le silicium pur et par suite déterminer la résistivité de cet élément. Ses recherches montrent, en outre, l'influence considérable qu'exerce sur cette constante la présence d'une petite quantité de fer.

CHIMIE MINÉRALE. — *C. Matignon.* — **Sur quelques propriétés des nitrates de chaux commerciaux.**

On a cru, dans certains milieux, que les nitrates de chaux commerciaux étaient susceptibles de produire des inflammations spontanées et les Compagnies d'assurances imposaient, de ce fait, une surprime à ces produits. M. Matignon démontre que les nitrates de chaux ne peuvent,

dans aucun cas, déterminer une inflammation spontanée. En précisant les propriétés de ces produits qui constituent un excellent engrais, l'auteur rend un service signalé aux cultivateurs.

L. Franchet.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *V. Ciurea.* — **L'étain dans l'organisme des animaux.**

Les auteurs ont expérimenté sur la plupart des organes du bœuf, du cheval et du mouton. Dans le péritoine du bœuf, l'expérience ayant porté sur 334 grammes de matière fraîche, il n'ont pas trouvé d'étain. De tous les autres organes, au contraire, ils ont retiré en fin d'analyse une quantité pondérable d'acide stannique.

La teneur des divers organes du bœuf, du cheval et du mouton varie à très peu près de 0 mg. 5 à 4 mg. par kilogramme de matière fraîche, avec une exception très nette en ce qui concerne la peau. Celle-ci est beaucoup plus riche. Il en est de même des poils. Une autre exception, très remarquable, est celle que présente la langue : 16 mg. 45 par kilogramme pour le muscle de la langue de mouton et 26 mg. 11 pour la muqueuse.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *André Blondel.* — **Sur les limitations de la photométrie.**

L'auteur montre que, d'une manière générale, il importe d'éviter la confusion trop fréquente, entre la photométrie, l'optique physiologique et la psycho-physique, de caractériser simplement les « conditions de reproduction » des impressions subjectives, sans recourir à l'échelle des sensations, au moyen d'une unité de compréhension plus facile.

GÉOLOGIE. — *H. Le Breton* (prés. par M. Ch. Jacob). — **L'âge des terrasses marines récentes du Xu-Nghê dans le Nord-Annam (Indochine française).**

Il reste acquis, par la découverte de tessons de poterie, que les couches supérieures des terrasses marines du Xu-Nghê sont d'âge néolithique et qu'il faut chercher dans des mouvements épirogéniques très récents certains des traits de la topographie et de l'hydrographie du Nord Annam.

ENTOMOLOGIE. — *Pierre Lesne* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **L'adaptation organique chez les Insectes xylophages de la famille des Bostrychides. Commensalisme des *Lyctoderma*.**

Le *Lyctoderma testacea* Lsn. a abandonné toute industrie de taraudage, pour vivre en commensal d'un Bostrychide de grande taille, l'*Apate monachus* F. qui, à l'état adulte, creuse, souvent de concert avec plusieurs de ses congénères, de longues galeries axiales dans les rameaux vivants de diverses essences. C'est à l'intérieur de ces galeries que l'on trouve aussi le *Lyctoderma*, généralement au nombre de plusieurs individus à la fois. Capable, de par sa conformation, de circuler entre le corps de l'*Apate* et la paroi de la galerie, il se glisse entre les pattes de son hôte tandis qu'il est au travail et vient partager, sans être d'ailleurs aucunement inquiété par lui, un repas tout préparé.

PHYSIOLOGIE. — *Mme Lucie Randoin* et *René Fabre* (prés. par M. A. Desgrez). — **Recherches comparatives sur la teneur en dérivés sulfhydrylés des muscles striés du foie et du sang chez le Rat normal, chez le Rat sous, alimenté et chez le Rat privé de vitamines β.**

Chez le Rat normal, les *muscles striés* renferment, en moyenne, 20 mg. de dérivés sulfhydrylés pour 100 gr. de tissu frais; le *foie*, 172 mg. en moyenne, et le *sang*, 25 mg. en moyenne.

Chez le Rat privé de vitamines B : *dans les muscles*, il se produit une augmentation de substances réductrices autres que celles qui possèdent le groupe sulfhydryle; *dans le foie*, on observe une importante baisse de la teneur en dérivés sulfhydrylés, mais pas d'autre variation; *dans le sang*, au contraire, seules les substances réductrices ne possèdant pas le groupe (— SH) sont en excès, fait à rapprocher, peut-être, des résultats récemment obtenus par J. Roche.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *J. Lefèvre* et *A. Auguet* (prés. par M. d'Arsonval). — **Le problème des relations entre les chaleurs du travail et du repos. Solution et lois. Pourquoi le travail est plus économique aux basses températures.**

La dépense du travail diminue avec la température extérieure; donc : le travail de la machine vivante est d'autant plus économique qu'il fait plus froid; le travail est d'autant plus économique qu'il se fait sur isotherme plus basse (plus près de la normale 37°). La chaleur propre du travail baisse avec la température extérieure.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *Ch. Hruska* (prés. par M. Roux). — **Vaccination contre le charbon bactéridien avec le virus non atténué.**

L'auteur a trouvé dans la saponine (*Saponinum purissimum album* de Merck) un produit nécrosant qui n'altère pas la virulence de la bactérie. Cette substance, inoculée sous la peau, détermine un œdème, délimitant une escarre qui guérit spontanément.

En ce qui concerne les expériences avec la bactéridie virulente, les lapins inoculés sous la peau avec 0 cm³ et 0 cm³ 5 de virus saponiné résistent et se montrent immunisés. Si la dose est faible, 0 cm³ 05 ou 0 cm³ 1, les lapins peuvent succomber parce qu'ils ont reçu une quantité de saponine insuffisante pour provoquer la réaction nécrosante.

2 chevaux, 2 bovidés, 2 chevreaux inoculés de même avec 0 cm³ 3 de virus saponiné ont réagi comme avec le vaccin saponiné et se sont montrés immunisés 12 jours plus tard.

Ce virus saponiné conserve sa virulence inaltérée même après 15 mois de conservation.

P. Guérin.

Séance du 7 avril 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Gelfond* (transm. par M. Hadamard). — **Sur l'ordre de D (λ).**

HYDRAULIQUE. — *Ch. Camichel* et *L. Escande.* — **Sur l'expérience de Joule concernant l'équivalent mécanique.**

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *G. A. Boutry* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Cycles et traînage dans les cellules photoélectriques.**

Le mode opératoire précédemment étudié (*C. R.*, 192, 1931; p. 411 et 620) étant rarement utilisable, l'auteur trace, dans ce nouveau travail, les courbes caractéristiques de quelques cellules en faisant croître ou décroître de façon continue, les variables. Une figure représente quelques-uns des résultats obtenus avec la cellule Dunoyer.

ÉLECTROCHIMIE. — *J. Barbaudy* et *A. Petit* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Etude de l'effet tampon dans les bains de nickelage.**

Les auteurs étudient le comportement des bains au point du tamponnage, c'est-à-dire de la régulation du pH. Les bains ont à 20° le pH de fonctionnement I : 4,5; II : 5,95; III : 3,30. Les courbes d'effet tampon montrent que

les bains I et II sont tamponnés du côté alcalin alors que leur résistance aux additions d'acide diminue d'autant plus que le pH diminue jusque vers le pH 3,5. Au-delà la solution est tamponnée par les ions H. Le bain III n'est pas tamponné du côté alcalin par rapport à son pH de fonctionnement. Il ne possède un effet tampon vers pH 6 que par la précipitation de l'hydroxyle Ni $(OH)^2$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *E. Herzog* et *G. Chaudron* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Protection du fer plongé dans les solutions salines aérées et réalisation d'une pile Evans.**

Evans a montré que dans le fer corrodé par les solutions salines aérées, les parties les plus aérées du métal fonctionnent comme cathode et les autres comme anode. Les auteurs ont réalisé une pile de cet ordre, dont ils exposent le dispositif ainsi que son application à l'étude de quelques corps protégeant le fer contre ce genre de corrosion.

— *L. Meunier* et *M. Lesbre* (transm. par M. V. Grignard). — **Action des électrolytes sur les colorants substantifs.**

L'étude a porté tout d'abord sur l'action protectrice que pouvaient exercer sur des solutions de congorubine des doses très faibles d'électrolytes, vis-à-vis de l'action ultérieure de doses massives. Puis, étudiant la transmission de la lumière pour la radiation orangée (6.100 Å) voisine de la dominante, dans des solutions à 0,05 p. 1.000, additionnées de doses faibles croissantes, de chlorure de sodium, les auteurs ont établi une courbe mettant nettement en évidence une augmentation variable de transmission, qui caractérise, d'après le principe de Stenger, une augmentation du degré de dispersion. Enfin, ils ont repris, avec le photocolorimètre les déterminations d'Ostwald, faites par observation directe et ont obtenu des résultats concordants.

— *H. Forestier* (prés. par M. M. de Broglie). — **Les ferrites : relation entre leurs structures cristallines et leurs propriétés magnétiques.**

Les résultats obtenus montrent l'influence des variations de structure cristalline sur les propriétés magnétiques des corps ferromagnétiques. Les différences de propriétés, signalées par l'auteur, entre les diverses ferrites, coïncident avec les différences de structures types, le ferromagnétisme étant beaucoup plus marqué chez les composés du type spinelle (exception faite du ferrite de zinc qui est un corps paramagnétique). En outre, les ferrites de cadmium et de calcium montrent qu'un changement de structure peut faire disparaître complètement le ferromagnétisme, le moment magnétique de l'atome de fer dans la forme instable présentant alors une grande mobilité (absence d'hystérèse).

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. M. Janot* (prés. par M. Béhal.) — **Sclaréol et dérivés.**

L'auteur poursuivant son étude sur le sclaréol montre que ce corps est un bialcool de la série diterpinique, possédant au moins une liaison éthylénique; l'obtention d'aldéhyde formique et l'étude de ses produits de déshydratation totale, carbures diterpéniques, slarène cyclosclarène $C^{20}H^{32}$ conduisent à la formule $CH^2=C^{19}H^{32}\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}$

— *L. Lecoq* (prés. par M. A. Béhal). — **Sels complexes d'or et de sodium dérivés de l'acide camphodithiocarbonique.**

Le chlorure d'or, par réaction avec le camphodithiocarbonate de sodium, donne un camphodithiocarbonate double d'or et de sodium dans lequel l'or se trouve dissimulé à ses réactifs habituels et possédant certaines analogies avec l'hyposulfite double d'or et de sodium. Ce sel est susceptible d'exister sous divers états d'hydratation.

L. Franchet.

PHYSIOLOGIE. — *Acolat* (prés. par M. E. L. Bouvier). **Recherches physiologiques relatives à la séparation du sang veineux et du sang artériel dans le cœur de la Grenouille.**

Dans l'appareil circulatoire de la Grenouille le sang veineux se mélange au sang artériel à deux reprises : une première fois, indiscutablement, avant l'arrivée à l'oreille droite et une deuxième fois à la sortie du cœur. Le second mélange, ne pouvant se faire d'une façon insignifiante dans le ventricule, doit s'effectuer évidemment au niveau du bulbe pendant qu'il est en diastole et qu'un espace existe entre sa paroi et le bord libre de la valvule spirale. Même dans cette région le sang artériel ne paraît pas entrer en totalité dans le mélange.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *R. Fabre* et *H. Simonnet* (prés. par M. E. Leclainche). — **Recherches sur la levure de bière. Conditions expérimentales de son action sur la cystine.**

Il ne se produit, par rapport aux essais témoins, aucune diminution des dérivés sulfhydrylés ou du pouvoir réducteur de la cystine, après action des adsorbants suivants : silice colloïdale, kaolin, terre à foulon.

L'hydrate de fer colloïdal donne une liqueur dépourvue de pouvoir réducteur vis-à-vis de la cystine, quoiqu'elle conserve ses dérivés sulfhydrylés. Il est impossible d'éliminer de la solution toute trace d'ions ferriques et ceux-ci exercent une action catalytique inhibitrice sur la réaction de réduction.

Sous l'action du noir animal, les dérivés sulfhydrylés et le pouvoir réducteur de la solution disparaissent simultanément. L'action oxydante de cet adsorbant a d'ailleurs déjà été démontrée dans de nombreuses réactions.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *A. Boutroux* (prés. par M. Ch. Achard). — **Influence des lipides sur la séparation des protéines par les sels neutres.**

Si la séparation par la méthode à l'acétone modifie les propriétés physiques des protéines, notamment en ce qui touche leurs caractéristiques de floculation par les électrolytes, elle ne les change que fort peu vis-à-vis de certaines réactions cependant bien délicates.

Par contre, la réaction de Hecht a été négative. Ce fait est à rapprocher des deux autres : élimination des lipides par traitement acétonique (Piettre), chauffage à 58° analysé récemment par Lecomte du Noüy.

Il semblerait donc qu'il faille tous les rapporter à une plus grande abilité des globulines en fonction des lipides surtout. Enfin le rôle des lipides dans la floculation des différentes protéines rend compte des grandes variations de composition et d'activité spécifique auxquelles conduit la méthode aux sels, employée pour la concentration des sérums thérapeutiques.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Paul Durand* (prés. par M. E. Roux). — *Rhipicephalus sanguineus* **et virus de la fièvre boutonneuse de Tunisie.**

En Tunisie, comme dans le Midi de la France, en dehors de tout rapport avec des cas humains, le *Rh. sanguineus* peut héberger le virus de la fièvre boutonneuse et le conserver au moins plusieurs semaines. Son produit de broyage peut donner la maladie à l'homme et au singe.

Le sang de l'homme, prélevé pendant la période fébrile et avant l'éruption, est virulent pour le singe.

EPIDÉMIOLOGIE. — *P. Delanoë* (prés. par M. F. Mesnil). Le Mérion, réservoir de virus du Spirochète marocain, *Sp. hispanicum* var. *marocanum* Nicolle et Anderson, 1928.

Il résulte de nombreuses expériences que le Mérion peut être spontanément infecté par le spirochète marocain et il joue bien le rôle de réservoir de virus que lui ont assigné MM. Ch Nicolle et Anderson.

Ainsi le porc-épic, le renard et le mérion entretiennent dans la nature l'infection des ornithodores. Il est possible que d'autres espèces animales soient aussi à incriminer.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — L'Académie sera représentée :

1° Par M. Georges Perrier au Congrès mixte des Associations portugaise et espagnole pour l'Avancement des Sciences qui se tiendra à Lisbonne du 3 au 10 mai 1931.

2° Par M. A. Michelson à la troisième « International Conference on Bitumous Coal », qui se tiendra à Pittsburg, du 16 au 21 novembre 1931.

M. H. Le Chatelier est élu membre du Conseil national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions en remplacement de M. P. Appell, décédé.

Académie d'Agriculture. — Ont été élus Correspondants nationaux :

1° Dans la section d'Economie des animaux : M. le marquis de Croix ;

2° Dans la section de sylviculture : M. Denizet.

Académie pontificale des Sciences. — L'Académie pontificale des Sciences (Nuovi Lincei) vient d'instituer un prix de 10.000 lires pour une étude critique de la loi de Mendel et de la théorie des chromosomes. Les travaux présentés doivent être inédits et écrits en allemand, en anglais, en espagnol, en français, en italien ou en latin ; ils doivent parvenir avant le 30 octobre à l'Académie Pontificale des Sciences, Cité du Vatican. Le lauréat sera proclamé à la première séance de décembre de l'Académie.

Observatoires. — *Observatoire de physique du Globe du Puy-de-Dôme.* — M. Mathias, Directeur, est nommé Directeur honoraire.

Observatoire de Genève. — M. Raoul Gautier, Directeur honoraire, est mort à Genève. Né en 1855, M. Gautier était Professeur honoraire de l'Observatoire de Genève, Président du Comité national de Géodésie et Géophysique et de la Commission géodésique suisses, vice-Président de l'Association internationale de Géodésie.

Congrès international de Radiologie. — Le IIIe Congrès se tiendra à Paris du 26 au 31 juillet 1931 sous le patronage de M. le Président de la République, la présidence d'honneur de Mme Curie et la présidence effective du Dr A. Beclere, dans les amphithéâtres de la Sorbonne, 47, rue des Ecoles.

Les Membres du Congrès bénéficieront d'une réduction de 50 o/o sur les réseaux de chemins de fer français pour aller au Congrès et en revenir. Après le Congrès, à partir du 2 août, sept voyages différents, en groupe, sont organisés par le Service de Tourisme du Congrès dans les principales régions touristiques, thermales et climatiques de la France.

Prière d'adresser toutes les demandes de renseignements, adhésions et cotisations au Secrétariat du IIIe Congrès, 122, rue de la Boëtie, Paris (8e).

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — *Institut Poincaré.* — M. A. Sommerfeld, Professeur à l'Université de Munich a fait trois conférences, les 21, 23 et 25 avril, sur les sujets suivants :

I. — *Photoélectricité. Distributions des vitesses des électrons provenant des couches K et L.*

II. — *Diamètre apparent des atomes pour les électrons de faibles vitesses.*

III. — *Spectre contenu des Rayons X.*

— *Soutenances de thèses.* — Les thèses suivantes ont été soutenues à la Sorbonne pour le Doctorat ès-sciences :

18 avril. — M. Prettre : « *Recherches expérimentales sur l'oxydation et l'inflammation des mélanges gazeux combustibles.* »

25 avril. — M. Theodoresco : « *La dérivée aréolaire et ses applications à la physique mathématique.* »

Pour le Doctorat d'Université :

22 avril. — M. Oschmian : « *Aperçu général sur la géologie de la Lithuanie accompagné d'une étude spéciale des roches calcaires.* »

Facultés de Médecine. — *Agrégation.* — Les concours du premier degré de l'agrégation des facultés de médecine s'ouvrira, le 6 novembre 1931, pour les catégories ci-dessous désignées :

Catégorie A. — Anatomie.
Catégorie B. — Histologie.
Catégorie C. — Histoire naturelle médicale et parasitologie.
Catégorie D. — Bactériologie.
Catégorie E. — Anatomie pathologique.
Catégorie F. — Physiologie.
Catégorie G. — Chimie.
Catégorie H. — Physique.
Catégorie I. — Médecine générale.
Catégorie J. — Chirurgie.
Catégorie J *bis*. — Ophtalmologie.
Catégorie J *ter*. — Oto-rhino-laryngologie.
Catégorie K. — Obstétrique.
Catégorie L. — Histoire naturelle pharmaceutique.
Catégorie M. — Pharmacie.
Catégorie N. — Chimie générale pharmaceutique et toxicologie.

Un arrêté ultérieur fixera les dates de chacun de ces concours.

Le nombre des candidats qui pourront être déclarés admis à la suite des épreuves de ces concours est fixé au maximum, ainsi qu'il suit, pour l'ensemble des facultés de chaque catégorie :

Catégorie A. — Anatomie	3
Catégorie B. — Histologie	3
Catégorie C. — Histoire naturelle médicale et parasitologie	2
Catégorie D. — Bactériologie	2
Catégorie E. — Anatomie pathologique	3
Catégorie F. — Physiologie	4
Catégorie G. — Chimie	6
Catégorie H. — Physique	5
Catégorie I. — Médecine générale	15
Catégorie J. — Chirurgie	12
Catégorie J *bis*. — Ophtalmologie	2

Catégorie J *ter*. — Oto-rhino-laryngologie	2
Catégorie K. — Obstétrique	4
Catégorie L. — Histoire naturelle pharmaceutique.	2
Catégorie M. — Pharmacie	2
Catégorie N. — Chimie générale pharmaceutique et toxicologie	3

Ecole pratique des Hautes-Etudes. — Le laboratoire de biologie marine à l'Ecole pratique des Hautes-Etudes (3e Section) prend la dénomination de « laboratoire de neurophysiologie et physiologie marine ».

Muséum National d'Histoire Naturelle. — La chaire d'Entomologie est déclarée vacante. Un délai de vingt jours, à dater du 29 avril, est accordé aux candidats pour produire leurs titres.

Cours de Zoologie (Mammifères et Oiseaux). — M. E. Bourdelle, Professeur, a commencé ce Cours le samedi 2 mai 1931, à dix heures et demie, et le continuera les mercredis et samedis suivants, à la même heure, dans la salle de Cours de la galerie de Zoologie, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, n° 36 (premier étage).

Le Professeur continuera l'étude des *Equidés* commencée en 1930.

Le Cours sera complété par des démonstrations qui auront lieu au Laboratoire, rue de Buffon, n° 55, à la Galerie de Zoologie et à la Ménagerie. Les lieux, jours et heures de ces démonstrations seront annoncés à l'amphithéâtre.

Cours sur l'Agronomie tropicale et les productions coloniale d'origine végétale. — M. Aug. Chevalier, Professeur, ouvrira son Cours le mardi 21 avril 1931, à 20 h. 30, dans la Salle des cours du Laboratoire d'Anthropologie, 61, rue de Buffon. Il le poursuivra les vendredi et mardi de chaque semaine à la même heure.

Le Professeur étudiera la culture du cacaoyer, du caféier et du bananier, spécialement dans les colonies françaises, et passera en revue les améliorations à réaliser relatives à ces cultures.

(Le Cours sera accompagné de projections).

Le Laboratoire d'Agronomie coloniale situé dans le Jardin des Plantes (en face le bassin des Otaries) est ouvert au public pour les renseignements, les lundi et jeudi matin de dix heures à midi.

Université de Strasbourg. — *Faculté des Sciences.* — Le 20 mars, M. Courrier (M.-L.) a soutenu, pour le doctorat ès-sciences, la thèse suivante : « *Solutions entières des équations de genre zéro* ».

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Mécanique rationnelle et appliquée est transformée en chaire de Mécanique rationnelle et calcul des probabilités dont M. Chapelon est nommé titulaire.

— La maîtrise de conférences de Mathématiques est transformée en maîtrise de conférences de Mécanique physique et électricité industrielle.

Université de Bordeaux. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Botanique est déclarée vacante. Un délai de vingt jours, à dater du 29 avril, est accordé aux candidats pour faire valoir leurs titres.

MM. Sauvageau, Professeur de Botanique, et Vigouroux, Professeur de Chimie, sont nommés Professeurs honoraires.

— *Faculté de Médecine et de Pharmacie.* — M. Dupérié, Professeur sans chaire, est nommé Professeur de Médecine expérimentale, en remplacement de M. Maurice.

Université de Caen. — *Faculté des Sciences.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Emm. Dubois, Maître de Conférences de Physique.

Ecoles de Médecine et de Pharmacie. — *Poitiers.* — M. Delaunay est renouvelé pour trois ans dans ses fonctions de Directeur.

Clermont. — Sont nommés Professeurs titulaires M. Paillard, pathologie interne et M. Limousin, anatomie pathologique.

Nantes. — M. Bureau est nommé Professeur titulaire de la chaire de bactériologie et hygiène, histologie et anatomie pathologique.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Tables annuelles de Constantes et Données numériques de Chimie, de Physique, de Biologie et de Technologie. Vol. VII (1925-1926). In-4° en deux volumes de LLLV-946 pages et LV-1050 pages. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : relié 625 francs; broché 585 francs.

Chaque année, au fur et à mesure de leurs publications nous signalons à nos lecteurs l'importance exceptionnelle que présente ce magistral ouvrage indispensable pour toutes les recherches de sciences pures et de sciences appliquées.

Dans ces deux nouveaux volumes, comme dans ceux qui les ont précédés, les textes généraux sont donnés en quatre langues. En outre, tous les textes explicatifs qui accompagnent les données numériques sont donnés en français et en anglais. On peut juger du travail énorme nécessité par la publication de l'ouvrage.

Dans la première partie, outre les chapitres habituels, il y a lieu de signaler spécialement l'importance que présente celui qui est consacré à la spectroscopie et particulièrement la mise au point des Spectres d'absorption, due au Professeur V. Henri.

Dans la deuxième partie, outre les chapitres particulièrement importants, à l'heure actuelle, sur la Constante diélectrique, l'Ionisation, l'Electronique et la Structure des cristaux par les Rayons X, signalons deux chapitres entièrement nouveaux sur la Combustion et la Détonation des Mélanges gazeux et sur les Poudres et Explosifs.

L'œuvre considérable, qu'il n'est pas exagéré de qualifier d'unique dans la littérature des sciences physiques, fait le plus grand honneur aux savants qui ont assumé la tâche de mener à bien ce formidable travail. Par leur activité, et le labeur écrasant qu'ils se sont imposés, ils ont pu rattraper le retard imposé par les années de guerre, et cette année 1931, verra la publication simultanée des volumes VIII (1927-1928) et IX (1929). S. B

Tables annuelles de Constantes et Données numériques de Chimie, de Physique, de Biologie et de Technologie. Table des matières des volumes de la première série (Volumes I à V, 1910 à 1922), rédigées par M. G. Krantzoff. In-4° de LXII-382 pages. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : relié 400 francs; broché 370 francs.

L'étendue que comporte aujourd'hui les Tables annuelles rend le travail de recherches souvent difficiles et une Table générale s'imposait : celle de la première série vient de paraître. Elle compend :

1° Une Table générale en quatre langues (allemand, anglais, français et italien) qui résulte de la fusion et du remaniement des Tables analytiques contenues dans chacun des volumes. Cette Table générale permet au lecteur

de localiser dans les volumes l'endroit où se trouve le chapitre qui l'intéresse d'une manière générale.

2° Un Index alphabétique de toutes les substances (minéraux, espèces animales et végétales, produits techniques, etc., etc.). Chaque fois que cela est nécessaire, les noms allemands, anglais et italiens, sont insérés à leur place.

Cet Index contient en outre tous les noms des corps chimiques dont la formule pourrait être difficile à reconstituer pour un lecteur non spécialisé en Chimie organique. Les noms (Ex. : Antipyrine) sont suivis de la formule, ce qui permet de les retrouver dans la troisième partie.

3° Une Table par formule qui contient, classées systématiquement d'après leurs formules brutes, toutes les substances qui constituent des espèces chimiques définies.

Dans l'Index alphabétique comme dans les Tables par formules, le lecteur trouve citées toutes les déterminations numériques dont un corps a été l'objet et les indications nécessaires (Volume, page) permettant de retrouver les valurs numériques dans les volumes.

Cet Index ne comprend pas moins de 20.000 noms de substances de toutes natures. On conçoit quels immenses services il peut rendre aux travailleurs, en facilitant ainsi la recherche, dans les Tables annuelles, des renseignements dont ont constamment besoin les Physiciens, les Chimistes et les Biologistes.

S. R.

Les rayons X, par J. Thibaud. In-16 de 218 pages avec 77 figures (*Collection Armand Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr. 50.

M. J. Thibaud nous donne une mise au point fort intéressante concernant la production, les propriétés et les applications des rayons X. Comme il le fait fort justement remarquer dans la préface « les rayons X sont généralement connus comme de précieux auxiliaires de l'art médical. Ils ont joué, cependant, un rôle non moins important dans le développement de la physique atomique et moléculaire ». C'est sur cet aspect de leur étude que l'auteur insiste particulièrement.

Une courte introduction est destinée à rappeler les notions fondamentales concernant la matière et le rayonnement et à situer les rayons X dans la gamme infinie des radiations. L'ouvrage proprement dit est divisé en 4 parties. La première est consacrée aux propriétés électromagnétiques de ces rayons : diffusion sans changement de longueur d'onde, diffraction par les cristaux, mesure des longueurs d'onde, propriétés qui correspondent à ce qu'on pourrait appeler l'optique physique des rayons X. Mais, comme toute radiation électromagnétique, les rayons X manifestent des propriétés qui ne peuvent s'interpréter que dans la théorie des quanta. Ces propriétés font l'objet de la deuxième partie du livre où l'auteur, après avoir rappelé les notions essentielles relatives à la structure atomique et à la théorie des spectres, étudie le spectre continu et l'absorption des rayons X, les lois de ces spectres, l'effet photoélectrique, les radiations de fluorescence, l'effet Compton, etc. La troisième partie, qui intéressera plus spécialement les praticiens, est relative à la technique et aux application des rayons X. L'auteur y décrit les sources actuellement utilisées, les moyens de les actionner et les principales applications de ces rayons, parmi lesquelles il convient de mentionner plus spécialement la cristallographie et l'étude des structures des corps cristallisés ou amorphes. Enfin une quatrième partie donne de brèves indications sur les radiations connexes des rayons X : rayons X de grande longueur d'onde, radiations gamma, ondes de L de Broglie. A. Bc.

Emploi de la photographie aérienne aux levers topographiques à grande échelle, par H. Roussilhe, ingénieur hydrographe en chef de la Marine, hors cadres. In-4° de 475 pages, accompagné d'un atlas de 30 planches comprenant 286 figures et 13 abaques. Léon Eyrolle, éditeur, Paris. — Prix : 200 francs.

Dans cet ouvrage magistral, M. H. Roussilhe expose le résultat des études très variées qu'il a effectuées depuis 1914, pour réaliser tant pour les besoins militaires que pour les applications du temps de paix un moyen simple, précis et rapide de lever des plans. Pendant la Guerre, M. l'Ingénieur Roussilhe fut un de ces officiers d'élite qui, dans les groupes des Canevas de tir d'armée, surent, d'abord par des moyens de fortune, puis par des procédés d'un rendement industriel et perfectionné, assurer la révision journalière des plans directeurs. Après la Guerre, chargé d'organiser et de diriger les travaux de reconstitution des régions dévastées, il dut s'attaquer au problème fondamental de la réfection du cadastre. C'est le procédé qui avait si bien fait ses preuves sur le front, puis qui fut étudié dans tous ses détails et amené au plus haut point de perfection pour le travail du cadastre, qui fait l'objet de cet ouvrage.

L'utilisation des photographies pour le lever des plans, en particulier l'utilisation des photographies aériennes, est un problème dont des solutions très intéressantes et très diverses ont été données. La plupart reposent sur l'examen de couples de clichés formant vues stéréoscopiques. Elles demandent la mise en œuvre d'appareils qui sont des chefs-d'œuvre d'ingéniosité et de précision, mais dont le prix et la complication sont impressionnants. Le procédé Roussilhe est plus simple. Une photographie aérienne, prise sous une inclinaison pas trop grande sur l'horizon est d'abord *redressée* à l'aide d'un appareil particulier, l'appareil *Roussilhe*, de telle façon qu'elle soit transformée en une image parallèle au plan horizontal. L'appareil fournit toutes les données permettant de déterminer la position du point de vue. Combinant plusieurs photographies ainsi redressées, le dessinateur effectue la *restitution* proprement dite, c'est-à-dire transforme en projection orthogonale l'image qui était une projection conique. Cette restitution s'effectue par les méthodes habituelles de la topographie, l'intersection pour la planimétrie, la méthode des parallaxes zénithales pour l'altimétrie.

Cette méthode est au point de vue théorique une des plus satisfaisantes qui soit, sinon des plus élégantes. Elle ne met en jeu, pour la restitution des photographies aériennes que des appareils à la portée de tous les géomètres. Les applications qu'en a faites, sous la direction de M. H. Roussilhe, le service de la Reconstitution foncière, ont démontré de plus que son rendement pour les levers à grande échelle, en particulier pour la révision du cadastre, est excellent.

Ces avantages l'ont fait appliquer dans nos colonies et dans de nombreux pays étrangers. Huit Colonies et vingt-six Etats lui ont fait un accueil empressé. Mais, en France, si l'Administration des Finances a eu assez d'esprit de suite pour donner pendant six ans à l'ingénieur Roussilhe et à ses collaborateurs la possibilité d'étudier et de mettre au point dans tous ses détails une méthode technique et un plan de travail qui, à l'heure actuelle, paraissent bien être les seuls qui puissent résoudre, à coup sûr, dans un temps limité, une vingtaine d'années, et avec une dépense non prohibitive, trois ou quatre milliards, le problème si important et si nécessaire de la révision de notre cadastre, cet effort a échoué au port, pour des raisons que la raison ne peut découvrir. L'ouvrage de M. Roussilhe démontre avec quelle minutie et quel soin tout avait été étudié, tout avait

été mis au point. La science qu'il a fallu mettre en jeu, les efforts qu'il a fallu dépenser pour résoudre la multitude des problèmes qui se posaient, frapperont le lecteur le moins averti. Optique, photographie, aéronautique, et, naturellement, géodésie, topographie, cartographie, organisation du travail, tous ces sujets ont dû être approfondis pour les appliquer au problème spécial posé. Toutes ces études sont exposées dans l'ouvrage que nous signalons.

« Faudra-t-il qu'un travail qui s'est montré si fécond, reste perdu ou qu'une fois de plus, comme cela se produisit pour la métrophotographie du Colonel Laussedat, ou pour tant d'autres découvertes françaises, la phototopographie aérienne nous revienne de très loin; baptisée d'un nom nouveau et très peu français, et que tous les bons ouvriers de la première heure soient complètement méconnus ?» Cette phrase pleine d'amertume est une des dernières par lesquelles l'Ingénieur hydrographe en chef Roussilhe termine le volume qui restera tout au moins comme preuve magnifique du succès des efforts qu'il a fournis. J. B.

Instruments à vent, par A. Bouasse (Tome I et II). Deux vol. in-8° de 412 et 386 pages avec 156 et 136 figures. Delagrave, éditeur, Paris 1930.

Ces deux volumes de M. Bouasse sont consacrés à l'étude des phénomènes que soulève le fonctionnement des anches métalliques ou membraneuses, des tuyaux à bouche, des orgues, des instruments à embouchure de cor sans pistons et à pistons, des instruments à embouchure de flute, de la voix humaine, des claquements, des détonations, etc.

Tous ces instruments appartiennent à la catégorie des instruments à vent. Ils se rattachent à un très petit nombre de types et, d'après M. Bouasse : « Le catalogue des instruments à vent anciens ou modernes, des peuples civilisés ou sauvages, est d'une monotonie à faire bailler ».

Avec sa clarté habituelle, l'auteur a su démêler les analogies et les différences entre les divers instruments à vent et dégager leurs caractéristiques essentielles. « La description générale d'un instrument à vent est d'une extrême simplicité. Quant à la production du son c'est (aux dimensions près) une flute, un flageolet, une trompette, une clarinette ou un hautbois. Quant à la variation de longueur acoustique ou réelle, l'instrument est à trous, à coulisses ou à pistons. Quant à l'utilisation des partiels, la perce est cylindrique, conique ou cylindroconique ».

Mais si les types d'instruments à vent sont peu nombreux, les problèmes qu'ils posent à la sagacité des physiciens sont loin d'être aisés à résoudre. « Quand le physicien a reconnu les types d'instruments, sa tâche demeure entière. Pourquoi l'anche unique de la clarinette est-elle grosse, quand l'anche de hautbois est petite ? Pourquoi risque-t-on de jouer plus faux sur un cor que sur un hautbois, sur un hautbois que sur une clarinette ? Comment le débouchage d'un trou plus ou moins gros modifie-t-il la longueur acoustique du tuyau ? Pourquoi un tuyau d'orgue ouvert à embouchure de flute (flageolet) risque-t-il d'octavier si sa bouche est basse, refuse-t-il d'octavier si sa bouche est haute, etc., etc... »

On sait que M. Bouasse a une prédilection marquée pour l'Acoustique, ce qui est rare chez les physiciens, et qu'il en parle en maître. Pour la rédaction de son ouvrage, il s'est adjoint la collaboration de M. Fouché dont l'oreille excellente lui a été, nous indique-t-il, d'un grand secours. Aussi, sur bien des points, M. Bouasse présente-t-il des interprétations nouvelles fondées sur des expériences qu'il a lui-même réalisées et il rectifie des inexactitudes répandues un peu partout.

C'est dire avec quel profit les physiciens et tous ceux qui, pour une raison quelconque, s'intéressent à l'Acoustique, liront les deux ouvrages que nous donne M. Bouasse sur les instruments à vent, où se retrouvent la sûreté de l'information, le sens critique et le bon sens le plus avisé, la clarté de l'exposition et l'élégance inimitable de la forme. A. Bc.

L'Agriculture à l'étranger, par P. de Félice, avocat à la Cour d'Appel de Paris. In-16 de 189 pages. J.-B. Baillière, éditeur, Paris.

M. P. de Félice étudie dans cette brochure les efforts d'organisation auxquels s'essaient les cultivateurs dans la plupart des pays, pour lutter contre la baisse générale des produits agricoles. L'auteur examine, tout d'abord, trois faces du problème de l'organisation commerciale de l'agriculture : coopération, crédit, intégration. Il envisage ensuite les 2 modes d'extension du marché agricole : organisation méthodique de l'exportation agricole et abaissement du prix de revient.

Enfin, en terminant, l'auteur étudie la lutte entreprise à l'étranger contre la crise de surproduction en substituant à une agriculture sans guide et sans pilote une agriculture scientifiquement et rationnellement dirigée.

A. R.

Théorie mathématique de la lutte sur la vie. Leçons de M. V. Volterra, Membre de l'Institut, Professeur à l'Université de Rome, rédigées par M. Marcel Brelot, ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure. Fascicule VII de la *Collection Julia*. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

Ce livre développe les conférences faites par le savant professeur italien en 1928-29 à l'Institut Henri Poincaré. Le domaine exploré par lui comprend « tous les phénomènes de lutte entre les individus d'une collectivité, les gains des uns étant obtenus grâce aux pertes des autres, gains et pertes pouvant s'évaluer numériquement. » Dans ce but, on est amené à étudier, soit quantitativement, soit qualitativement, les solutions de certaines équations différentielles ou intégro-différentielles.

M. Marcel Brelot, qui a rédigé l'ouvrage, l'a rendu plus facilement accessible, par des notes sur les déterminants et les formes linéaires ou quadratiques; ces additions permettront aux naturalistes de voir quelles lois biologiques découlent des prémices introduites.

G. Bouligand.

Hommes et choses de science. Propos familiers, par Maurice d'Ocagne, de l'Académie des Sciences. In-16 de VII-303 pages. Vubiert, Paris, 1930. — Prix : 15 fr.

Recueil d'articles et de notices concernant un certain nombre de grands savants français, allant de Viète, Pascal et Fermat à Choisy, Séjourné et Caquot, en passant par Borda, Lagrange, les Carnot, Monge, Laplace, Cauchy, Chasles, Galois, voire Napoléon et Foch. L'auteur y a joint une étude sur les marées, et une autre sur la vie de Jules Verne qu'il a personnellement connu. Il s'est préoccupé avant tout de faire entrevoir aux profanes quelques-uns des attraits que présentent les disciplines mathématiques, et de leur faire aimer ceux qui ont le mieux travaillé à leur avancement; aussi ne néglige-t-il pas à l'occasion d'esquisser leur portrait moral. Ecrits en une langue sobre et élégante, ces propos sont appelés à connaître le plus légitime succès et ne sauraient être trop recommandés aux éducateurs de la jeunesse. R. T.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 10 — 69e ANNÉE — 23 MAI 1931

COLLOÏDES ET MICELLOÏDES

par Auguste LUMIÈRE
Correspondant de l'Institut et de l'Académie de Médecine

Leur inertie chimique.

Il y a plus de cinq ans que nous avons attiré l'attention des physiciens et des chimistes sur les contradictions que l'on rencontre dans les ouvrages et les mémoires traitant des colloïdes (1) et, depuis notre premier travail sur ce sujet, nous avons repris l'étude de cette question dans plusieurs notes publiées par la *Revue générale des Colloïdes*, la *Science moderne* et l'*Avenir médical*.

Or, aucun des auteurs qui ont eu jusqu'ici l'occasion d'aborder le problème des colloïdes n'a fait allusion aux remarques que nous avons formulées dans ces mémoires, et tous continuent à réunir, sous le même nom de colloïdes, des substances qui n'ont, à peu près, aucun rapport entre elles, qui sont profondément différentes, aussi bien du point de vue de leur structure que de celui de leurs propriétés essentielles.

Quand nous avons commencé à nous intéresser aux problèmes scientifiques, il y a quelque cinquante ans, nous avions la naïveté de croire qu'il suffisait d'apporter des faits observés avec la plus parfaite conscience et des conceptions mûrement réfléchies, pour que les savants les examinent et les discutent, pour qu'ils les confirment ou les infirment en leur opposant, s'il y a lieu, d'autres faits bien contrôlés ou des arguments valables.

Nous avions compté sans la conspiration du silence, arme perfide que l'on dirige trop souvent contre ceux qui se permettent de contester la valeur de certains dogmes classiques professés du haut des chaires magistrales.

Puisqu'on semble n'avoir point pris en considération nos précédentes communications, nous sommes bien obligé d'y revenir, en les complétant toutefois par quelques acquisitions expérimentales récentes et en les appuyant par des observations et des preuves nouvelles.

Pour fixer les idées, prenons l'exemple concret de deux corps désignés sous un même nom de colloïdes : 1° une solution de gélatine ; 2° un colloïde à base de ferrocyanure de cuivre.

Nous allons montrer qu'il n'est pas possible de trouver parmi tous les composés minéraux et organiques qui ont été jusqu'ici décrits et étudiés, parmi tous les arrangements moléculaires connus, deux substances plus profondément différentes que le sont, l'un de l'autre, ces deux colloïdes.

Quand on veut définir un objet, on ne peut se baser que sur sa constitution ou ses propriétés et pour comprendre plusieurs objets sous une même dénomination, il faut nécessairement qu'ils comportent, ou une constitution semblable, ou des propriétés analogues.

Or, nos deux colloïdes ont ceci de particu-

(1) Auguste Lumière. Les états colloïdaux de la matière. *Revue Générale des colloïdes*. T. III, 1925, page 161.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

lier, qu'ils n'ont aucun point commun dans l'arrangement moléculaire qui les caractérise et que presque toutes leurs propriétés physiques et chimiques, loin d'être comparables, sont, au contraire, complètement opposées !

Le lecteur va d'ailleurs pouvoir en juger.

Les structures des colloïdes.

On sait que les substances qui appartiennent au groupe des protéines, telle que la gélatine que nous avons prise comme type, sont formées de molécules compliquées, mais qui sont *toutes rigoureusement identiques*. Chacune de ces molécules résulte de l'assemblage d'atomes de carbone, d'azote, d'oxygène, d'hydrogène et parfois de soufre et le nombre des éléments qu'elle renferme est fort élevé ; il atteint plusieurs milliers d'atomes. Quand la protéine est en solution, les éléments moléculaires sont dispersés uniformément dans le liquide et tous égaux les uns aux autres. Les molécules dissoutes portent une charge électrique qui est positive ou négative, mais cette charge peut être nulle, sans que la solution soit troublée ; on dit alors que la protéine est à l'état isoélectrique.

La structure du colloïde au ferrocyanure de cuivre est totalement différente et *n'a aucun rapport avec celle des protéines*. Les particules élémentaires, en suspension dans le liquide, sont constituées par des amas irréguliers de ferrocyanure de cuivre ; chaque amas renferme plusieurs millions de molécules de la substance *insoluble*, les uns quelques dizaines, les autres quelques centaines de millions de ces molécules; ces agglomérats, appelés granules, éminemment variables de dimension, retiennent, par une curieuse faculté d'adsorption, de petites quantités de ferrocyanure de potassium qui, malgré la solubilité de ce corps dans l'eau, restent fixées sur les granules et ne diffusent que faiblement dans le milieu. L'ensemble du granule et de la substance additionnelle qui y adhère forme la particule élémentaire du colloïde et a reçu le nom de *micelle*, que lui a donné Noegeli. Le granule et la substance périgranulaire portent des charges électriques de signe contraire. Chacun des éléments a donc une double charge.

Les charges électriques de tous les granules sont évidemment de même signe, comme toutes les charges périmicellaires. Si les granules ont une charge positive, toutes les micelles posséderont une substance additionnelle chargée négativement ; or, on sait que les corps qui ont des charges de même signe se repoussent, par conséquent les particules micellaires tendront constamment à s'écarter les unes des autres, et c'est grâce à ces forces répulsives que les éléments insolubles peuvent demeurer en suspension permanente dans le milieu et ne tombent pas au fond du récipient qui les renferme, malgré leur densité plus élevée que celle de l'excipient.

Mais les micelles ne sont pas soumises aux seules influences de leurs charges, elles subissent aussi passivement les mouvements internes du liquide dans lequel elles sont dispersées. On sait que les molécules de tout liquide sont en continuelle agitation et quand une particule solide de dimension suffisamment petite est plongée dans l'un d'eux, elle subit les entraînements de l'agitation moléculaire, elle révèle cette agitation quand on l'examine au microscope, en présentant ces mouvements passifs connus sous le nom de *mouvement brownien*, mouvement d'une irrégularité complète. Quand les particules en suspension sont dépourvues de charges électriques propres, l'agitation moléculaire du liquide les précipite les unes contre les autres, elles s'accolent aussitôt et se précipitent ; si, au contraire, elles portent des charges de même signe, qui tendent à les écarter les unes des autres, avec d'autant plus d'intensité qu'elles se rapprochent davantage, elles ne parviennent pas au contact, en général, ne se réunissent pas et demeurent en suspension.

Dans ce dernier cas, cependant, il arrive qu'au hasard des rencontres des micelles, la force qui les jette les unes sur les autres dépasse la force électrique répulsive et que le choc des deux éléments les réunisse en donnant une micelle augmentée de volume.

Ces accolements se produisent inévitablement dans les suspensions micellaires, telles que le colloïde au ferrocyanure de cuivre, en sorte que l'état de cette suspension change constamment et ses micelles finissent par former des flocons et précipitent : l'arrangement colloïdal est alors détruit.

En ce qui regarde la structure intime, on voit qu'une solution colloïdale de gélatine et une solution colloïdale de ferrocyanure de cuivre présentent une dissemblance aussi complète que possible.

Il n'est donc pas permis de donner une définition univoque de ces deux colloïdes, qui soit basée sur l'arrangement de leurs molécules, sur leur architecture, leur constitution élémentaire. D'un côté : éléments monomoléculaires, homogènes, tous identiques, portant ou non une charge électrique unique et n'ayant aucune tendance à se réunir, et, d'un autre côté : éléments considérablement plus volumineux, éminemment irréguliers, hétérogènes, portant obligatoirement une charge électrique double et en transformation constante, avec évolution vers la destruction, la floculation fatale.

Ces arrangements moléculaires sont si essentiellement différents que l'on n'en trouverait pas, par ailleurs, de plus disparates et on avouera que ce n'est pas là une raison pour les comprendre sous une même dénomination.

Nous allons examiner maintenant si la simi-

litude de leurs propriétés autorise le mariage des deux types de colloïdes considérés.

Propriétés des colloïdes.

a) Séparation du solvant. — Quand on sépare la gélatine de sa solution, on obtient une substance qui ressemble à la colle, de là le nom de colloïde donné aux protéines, nom qui est, dans ce cas, fort rationnel, mais si nous isolons le ferrocyanure de cuivre de sa suspension, nous aurons une masse amorphe, grenue, pulvérulente, qui ne rappellera la colle ni de près, ni de loin et il en sera de même pour tous les autres colloïdes micellaires ; l'appellation de colloïde ne se comprend plus ici.

On oppose généralement les colloïdes aux cristalloïdes, en se basant sur cet aspect des substances solides isolées de leurs solutions, mais cette distinction est loin d'être absolue ; de nombreux corps définis chimiquement et qui ne sont pas des colloïdes, sont pâteux, gommeux, gélatineux, ont, en somme, l'apparence de la colle, tandis que l'une des substances dont la colloïdité est incontestée, l'ovalbumine, a été obtenue à l'état de cristaux par Sörensen et par divers auteurs.

Il faut bien dire que souvent des composés reconnus comme incristallisables ne se présentent à cet état que grâce à des impuretés parfois difficiles à éliminer, mais quand on parvient à les purifier, il arrive qu'on les obtienne alors sous la forme cristallisée.

Quoi qu'il en soit, l'aspect colloïdal se rencontre assez fréquemment chez les cristalloïdes et la structure cristalline peut appartenir aux colloïdes.

On ne peut donc pas rationnellement faire fond sur l'apparence à l'état solide pour désigner les substances qui nous occupent, et si nous nous reportons à nos deux types de colloïdes, gélatine et ferrocyanure de cuivre, nous constatons que la substance du premier présente l'aspect de colle, tandis que celle du second n'affecte, dans aucun cas, cette apparence particulière.

b) Solutions et pseudo-solutions. — Francesco Selmi, dès 1846, avait remarqué qu'une distinction devait être faite entre les solutions de corps cristalloïdes, qui sont parfaitement limpides et les préparations colloïdales, qui présentent une certaine turbidité.

On sait, en effet, que les cristalloïdes dissous donnent des liqueurs qui sont d'une absolue transparence, qui ne s'éclairent point quand on les place dans un faisceau lumineux intense, les frappant latéralement et qu'on les examine sur un fond noir, tandis que les suspensions colloïdales ne sont jamais complètement limpides et s'illuminent lorsqu'on les observe dans les conditions que nous venons de rappeler, c'est-à-dire qu'elles présentent l'effet Tyndall ; ces dernières ne sont pas des solutions vraies, mais des pseudo-solutions, des *sols*.

On comprendra la raison de cette différence entre les solutions véritables et les pseudo-solutions, en se reportant à leurs structures respectives. Dans les solutions proprement dites, toutes les molécules de la substance dissoute sont séparées les unes des autres ; elles sont extrêmement petites et dispersées uniformément dans le solvant, alors que dans les pseudo-solutions les éléments en suspension sont formés par des agrégats de millions de molécules, par des amas considérablement plus volumineux et d'une grande irrégularité.

Or, la turbidité et l'effet Tyndall ne sont nullement des propriétés communes à tous les colloïdes. Sörensen et Loeb ont démontré effectivement que l'un des corps que l'on considère comme un type de colloïde, l'ovalbumine, donne lieu à des solutions véritables lorsqu'elle est convenablement purifiée.

Et dans l'exemple que nous avons choisi, la gélatine fournit des solutions véritables parfaitement claires, tandis que le sol de ferrocyanure de cuivre est toujours plus ou moins trouble, suivant les dimensions de ses granules constitutifs ; il ne donne que des pseudo-solutions.

c) Evolution des colloïdes. — L'un des premiers auteurs qui aient effectué des recherches sur l'état colloïdal, Graham écrivait : « L'existence des colloïdes n'est qu'une métamorphose continuelle et l'état colloïdal est plutôt une période dynamique de la matière, l'état cristallisé étant l'état statique. »

Cette remarque s'applique fort justement aux arrangements colloïdaux micellaires, tels que notre préparation de ferrocyanure de cuivre ; ici les micelles, animées passivement du mouvement brownien, s'entrechoquent sans arrêt, et quand les chocs se trouvent suffisamment violents pour vaincre les répulsions des charges électriques périmicellaires, les noyaux s'accolent, grossissent constamment, en sorte que l'état de la pseudo-solution change, elle vieillit, mûrit et finit par floculer. Ces suspensions sont donc condamnées à mort.

Au contraire, la solution de gélatine ne subit aucun changement tant qu'elle n'est pas soumise à des réactifs chimiques, ou du moins s'il se produit parfois, dans cette solution, des modifications, elles consistent en dédoublement, en hydrolyse avec segmentations et simplifications moléculaires.

Sörensen a montré que les solutions de protéines ne sont le siège d'aucune des transformations agglutinantes, maturatives, qui s'opèrent dans les sols micellaires. On ne peut donc invoquer le dynamisme des sols pour caractériser les colloïdes.

d) Action des réactifs. — Notre colloïde au ferrocyanure de cuivre, convenablement préparé, peut floculer totalement quand on le verse dans une solution renfermant seulement 1/300.000 de sels d'aluminium. Un gramme de sulfate de cuivre suffit à détruire aussi l'état colloïdal de 1 kilo de ferrocyanure de cuivre.

Il n'y a pas, dans ce cas, proportionnalité entre les doses de réactifs et le poids du colloïde micellaire qui se trouve désorganisé parce que, dans ces réactions, ce n'est pas la masse relativement considérable de substance formant les granules insolubles, qui est capable de réagir, c'est la petite quantité de substance additionnelle périgranulaire qui intervient seule et qui confère au sol ses aptitudes réactionnelles.

Bien au contraire, avec la gélatine, les réactions s'effectuent suivant des lois stœchiométriques de la chimie, c'est-à-dire qu'elles sont proportionnelles aux quantités de substances qui entrent en jeu.

Ici encore, il n'y a aucun rapport entre les propriétés chimiques de nos deux types de colloïdes.

e) Rôle des impuretés. — On a donné à tort le nom d'impureté à la substance additionnelle, telle que le ferrocyanure de potassium soluble adsorbé par les granules, dans le colloïde au ferrocyanure de cuivre, substance absolument nécessaire à la constitution du sol ; or, des proportions parfois infimes de cette impureté suffisent à assurer l'état de suspension et, comme nous venons de l'indiquer, c'est cet élément complémentaire qui détermine les fonctions chimiques du colloïde.

D'autre part, il n'y a aucune impureté, aucune substance additionnelle dans les solutions de protéine et ce sont les molécules elles-mêmes de ces protéines qui participent aux réactions chimiques.

Il n'est donc pas permis de comparer de ce point de vue les deux colloïdes moléculaire et micellaire, pris comme exemple.

f) Dialyse. — On ne doit pas prétendre comme on le fait trop souvent, que les composés définis cristallisés passent seuls au travers des membranes semi-perméables. On peut, en effet, préparer des membranes qui se laissent traverser par des complexes déterminés, alors que d'autres septums, établis dans des conditions particulières et avec des matériaux convenables, seront perméables à certains colloïdes.

Le phénomène dépend de deux facteurs : la dimension des pores de la membrane et celle des molécules ou des agrégats moléculaires de la substance soumise à l'opération. Il est possible de confectionner des filtres membraneux qui laissent passer les protéines et retiennent les micelles des colloïdes synthétiques.

Les membranes semi-perméables que l'on utilise habituellement dans les laboratoires, ne sont pas plus traversées par les colloïdes albuminoïdiques naturels que par les éléments des pseudo-solutions artificielles. Mais il existe une différence essentielle de comportement de ces deux espèces d'arrangements colloïdaux vis-à-vis de la dialyse.

En effet, les protéines peuvent être soumises à cette manipulation pendant des temps très prolongés, sans qu'aucun trouble ne survienne dans la solution, si elle est mise à l'abri des contaminations et des adultérations de cause extérieure. Et il en va tout autrement des sols micellaires qu'on ne peut dialyser longtemps sans amener leur destruction. Voici pourquoi :

La substance additionnelle périgranulaire des colloïdes synthétiques existe non seulement comme constituant indispensable à la formation micellaire, mais se trouve aussi nécessairement dans le liquide de suspension des micelles. Dans le cas du ferrocyanure de cuivre colloïdal, le ferrocyanure de potassium, à la faveur duquel la mise en suspension s'effectue, se divise en deux fractions, une partie est adsorbée par les granules et l'autre portion demeure libre et dissoute dans le milieu liquide et ces deux fractions se répartissent suivant un coefficient de partage déterminé ; lorsqu'on appauvrit le liquide intermicellaire en ferrocyanure de potassium, les quantités de ce même corps, adsorbé par les granules, diminuent proportionnellement.

Or, la dialyse a précisément pour effet d'éliminer les sels solubles contenus dans le solvant, par conséquent l'élément additionnel périgranulaire va peu à peu diffuser dans le milieu, au point qu'il deviendra, à un moment donné, insuffisant pour maintenir la colloïdité des granules, lesquels agglutineront en détruisant l'architecture du sol.

On voit donc toutes les différences qui se manifestent encore entre la façon dont nos deux types de colloïdes se conduisent au cours de la dialyse.

g) Loi des équilibres de membrane de Donnan. — Lorsqu'on introduit une solution de gélatine additionnée d'acide chlorhydrique dans un sac de collodion que l'on immerge lui-même dans un récipient renfermant de l'eau distillée, il peut s'effectuer une réaction entre l'acide et la gélatine et, d'autre part, les ions H et Cl de l'acide chlorhydrique peuvent traverser la membrane semi-perméable, tandis que les ions gélatine se trouvent retenus à l'intérieur du sac de collodion, sans pouvoir franchir le filtre.

Au bout d'un certain temps, il s'établit un équilibre ionique entre les milieux intérieurs et extérieurs du sac et la condition de cet équilibre s'énonce, d'après Loeb, en disant que le produit des concentrations des ions H et Cl dans le liquide extérieur est égal au produit des mêmes ions à l'intérieur. Telle est la loi de Donnan.

Loeb estime que ce qui caractérise les colloïdes, c'est d'être régis par cette loi de Donnan. Or, si cette règle s'applique d'une façon générale aux protéines, elle ne joue en aucune façon dans le cas des colloïdes micellaires. Sans entrer dans des considérations qui nous entraîneraient trop loin, nous estimons, d'autre part, que la loi de Donnan peut aussi gouverner des complexes qui ne sont nullement colloïdaux, comme les substances connues en physico-chimie sous le nom de *tampons*, c'est-à-dire que mis en contact avec un acide, ils donnent lieu à des équilibres ioniques variables avec les concentrations et à la condition de recourir à une membrane qui soit imperméable à ces composés.

Quoi qu'il en soit, nos deux colloïdes types ne peuvent être en aucune manière rapprochés sous le même couvert de la loi des équilibres de membranes de Donnan.

Résumons dans le tableau ci-après les caractères différentiels des deux formes dites colloïdales que nous avons soumises à l'analyse physico-chimique :

Gélatine.

1° Donne des solutions véritables.
2° Les solutions sont optiquement vides, pas d'effet Tyndall.
3° Les éléments dissous sont monomoléculaires et extrêmement petits.
4° Les particules en solution sont toutes égales et identiques.
5° Les molécules sont invisibles à l'ultra microscope.
6° L'état de solution existe sans le secours d'aucune substance étrangère additionnelle.
7° Les molécules sont régulièrement et uniformément dispersées dans la solution.
8° Les propriétés chimiques de la solution dépendent des groupements fonctionnels de la gélatine.
9° La gélatine séparée de la solution à l'état solide se redissout ensuite dans l'eau comme un cristalloïde.
10° La charge électrique des molécules n'est pas double.
11° L'état de solution subsiste quand la charge des molécules est nulle, en milieu isoélectrique.
12° Les réactions chimiques s'effectuent proportionnellement aux quantités de réactifs employés.
13° Les solutions sont stables.
14° Les réactions internes qui peuvent prendre naissance dans la solution sont des phénomènes d'hydrolyse, de simplification moléculaire.
15° Frésente l'aspect de colle à l'état solide.
16° Obéit à la loi de Donnan.
17° La solution se purifie par dialyse prolongée.

Ferrocyanure de cuivre.

1° Donne des pseudo-solutions ou sols.
2° Les sols présentent l'effet Tyndall.
3° Les granules élémentaires renferment des molécules par millions.
4° Les granules en suspension sont essentiellement variables comme dimension.
5° Les particules élémentaires sont visibles à l'ultra-microscope.
6° Le sol ne peut se constituer que grâce à une substance additionnelle étrangère.
7° Les molécules s'agglutinent irrégulièrement et s'organisent sous forme de micelles.
8° Les propriétés chimiques sont indépendantes des fonctions du ferrocyanure de cuivre, elles sont déterminées par la substance additionnelle.
9° Le ferrocyanure de cuivre précipité et séparé du liquide de suspension ne se remet plus à l'état de sol dans l'eau pure.
10° La charge électrique des micelles est double : le granule et la substance additionnelle ont des charges de signes contraires.
11° Le sol ne peut subsister que quand les charges des micelles deviennent nulles.
12° Il n'y a aucune proportionnalité entre la quantité de réactifs employés et les effets qu'ils produisent.
13° Les sols sont en continuelle transformation.
14° Les réactions internes du sol synthétique sont des condensations, des agglutinations granulaires et micellaires.
15° N'affecte pas l'apparence de la colle à l'état solide.
16° N'obéit pas à la loi de Donnan.
17° Le sol est détruit par dialyse prolongée.

On pourra nous faire remarquer que si les colloïdes moléculaires et micellaires présentent des dissemblances aussi considérables, ils ont cependant quelques propriétés communes : la lenteur de leur diffusion, leur faible pression osmotique, l'abaissement peu important du point cryoscopique de leurs sols ou solutions, mais ces quelques propriétés sont dues au seul fait que les éléments constitutifs dissous ou en suspension (molécule de protéine ou granule) sont relativement gros et ne subissent que des entraînements réduits sous l'influence des mouvements moléculaires du liquide qui les contient. Les chocs de ces particules élémentaires contre les parois et le fond du récipient qui les renferme, ou contre la surface libre du liquide, ou contre eux-mêmes, sont faibles par rapport à ceux qui se produisent dans les solutions de corps à poids moléculaire peu élevé.

D'ailleurs, certains complexes cristalloïdes à molécule très lourde jouissent de propriétés voisines.

Colloïdes et Micelloïdes.

Ces quelques ressemblances ne peuvent être invoquées raisonnablement pour désigner, d'une même manière les deux types d'arrangements moléculaires que nous avons considérés et leurs autres propriétés fondamentales sont trop profondément différentes pour qu'on soit autorisé à faire un tel rapprochement.

On peut toujours trouver aux objets les plus disparates quelques points communs, mais vouloir dénommer de même un sol de ferrocyanure de cuivre et une solution de gélatine, nous semble aussi irrationnel que de donner un même nom à une baleine et un marteau-pilon, sous le prétexte que les deux objets sont gros et lourds !

Les vagues similitudes sur lesquelles on s'est basé pour grouper les deux catégories de subs-

tances qui nous occupent, s'effacent devant cette considération que les grands caractères et les propriétés principales des protéines sont diamétralement opposés à ceux des colloïdes artificiels et leurs structures n'ont absolument rien de comparable.

Nous estimons donc que les réunir sous une même appellation est contraire au bon sens et cette confusion rend inextricable le problème des colloïdes.

Dans une communication précédente, nous avons tout d'abord désespéré de pouvoir obtenir des chimistes et des physiciens qu'ils consentent à prononcer ce divorce, en nommant de manière différente les deux sortes d'arrangements moléculaires, la toute-puissante routine ayant consacré leur appellation commune ; cependant, à la réflexion, nous ne croyons pas devoir abandonner la partie et rester sous cette impression d'impuissance, sans faire une tentative réformatrice à l'encontre des habitudes antérieures, si invétérées qu'elles soient. A cet effet, il nous a semblé que la première des conditions était de recourir à un néologisme, suffisamment suggestif, pour qu'il ait quelques chances d'être adopté, et nous proposons dans ce but, tout en conservant le nom de colloïdes aux protéines, qui ont l'apparence de la colle, de désigner les arrangements micellaires sous le nom de *micelloïdes ;* c'est l'étiquette que nous comptons leur donner à l'avenir.

*
* *

Dans de très savants articles sur la stabilité des colloïdes, M. le Prof. Kruyt paraît estimer que la notion de deux formes colloïdales absolument distinctes, serait la ruine de la chimie des colloïdes, aussi a-t-il cherché à unifier la théorie formatrice de ces substances, en nous ramenant à l'imbroglio antérieur. Nous ne voyons nullement la nécessité de cette unification : chaque jour nous nous trouvons en présence de phénomènes présentant de vagues analogies, qui n'ont cependant pas la même cause, qu'il serait abusif de baptiser de la même manière.

Vouloir rapporter à un processus constructif univoque, les colloïdes et les micelloïdes, c'est comme si l'on rattachait la scarlatine à la rougeole en prétextant que ce sont des fièvres éruptives.

Si nous voulons étudier les courants électriques, il ne faut pas confondre les courants continus avec les courants alternatifs ; de même, si nous voulons comprendre les phénomènes qui se passent au sein de nos deux groupes de substances, il est indispensable de considérer séparément les colloïdes et les micelloïdes.

Cette distinction s'impose si impérieusement, que certains auteurs ont été obligés de considérer les colloïdes comme pouvant se diviser en deux classes : les colloïdes lyophiles ou hydrophiles et les colloïdes lyophobes ou hydrophobes, les premiers correspondant aux protéines et les seconds aux préparations synthétiques, mais pour empêcher le démembrement de l'unité colloïdale, pour suivre les anciens errements et conserver l'unique appellation de colloïde, M. le Prof. Kruyt estime que les colloïdes protéiques ne sont que des colloïdes micellaires susceptibles d'hydratation.

Cette conception donne évidemment une idée absolument fausse des structures et des propriétés des deux espèces d'arrangements décrits.

Les termes hydrophile et hydrophobe sont, incontestablement, fort mal choisis. Nous nous contenterons de répéter ce que nous avons déjà écrit à ce sujet : le qualificatif d'hydrophobe se comprend encore quand il veut désigner certains chiens enragés, mais nous sommes bien forcé de reconnaître que les micelloïdes n'ont nullement horreur de l'eau ; quant à « hydrophile », c'est une expression trop vague pour signifier quelque chose en l'espèce. C'est une qualité du coton dégraissé et il se trouve que le coton hydrophile est plus hydrophobe que les colloïdes de ce nom, puisqu'il ne peut même pas donner des pseudo-solutions !

Il résulte de toutes ces considérations que si nous voulons mettre un peu de clarté dans le problème auquel nous nous sommes attaché, il faut faire cesser toute confusion, en renonçant à appeler colloïdes les arrangements micellaires.

Si les protéines sont des colloïdes, les pseudo-solutions synthétiques n'en sont pas, parce qu'elles n'ont aucun rapport avec ces protéines, ni par leur architecture, ni par leurs propriétés principales : ce sont des *micelloïdes.*

Inertie chimique des micelloïdes et des colloïdes.

Il est une série de faits biologiques sur lesquels les physiologiistes ne semblent pas s'être arrêtés et qui sont cependant bien curieux. Nous voulons parler de l'inertie chimique des tissus vivants, de leur incolorabilité et de la merveilleuse constance de composition des humeurs, bien que l'organisme soit constamment traversé par les produits les plus divers.

Prenons une culture de levure de bière et traitons-là par une solution de bleu de méthylène à 0,5 o/o ; nous constaterons que les cellules mortes se colorent seules ; tant que le germe est vivant, son protoplasma ne fixe pas la matière colorante. De même, si l'on badigeonne une plaie avec la même solution, les débris mortifiés se coloreront d'une façon intense, alors que le tissu vivant et ses colloïdes et micelloïdes resteront entièrement réfractaires à toute teinture.

Les histologistes prétendent généralement

qu'ils peuvent, au moyen de réactifs, tels que le rouge neutre, réaliser les colorations de tissu vivant et ils ont nommé *colorants vitaux*, les substances permettant d'atteindre ce but. La réalité est que ces réactifs sont peu toxiques, imprègnent les espaces interstitiels, les vacuoles intra-cellulaires, se fixent sur les résidus floculés, sur les granulations privées de vie, qui ne sont plus à l'état colloïdal ou micelloïdal et cette imbibition donne l'illusion d'une coloration, mais nous ne connaissons pas d'exemple de coloration véritable du protoplasma et du noyau cellulaire en dehors de la mort de la cellule.

Nous avons expliqué la résistance de la substance vivante aux agents chimiques par *l'immunité du granule micellaire*, précieuse propriété que nous avons décelée chez les micelloïdes et que nous décrirons plus loin, mais les matériaux constitutifs des tissus ne sont pas seulement sous la forme micellaire, ce sont surtout des protéines, des colloïdes moléculaires, en sorte que la raison que nous avons donnée antérieurement des phénomènes de protection tissulaire contre l'attaque par les réactifs est incomplète et insuffisante et nous devons chercher pourquoi les protéines présentent aussi cette même résistance.

a) Immunité du granule micellaire. — Les micelles portent des charges électriques périgranulaires qui les maintiennent écartées les unes des autres, qui les empêchent d'entrer en contact grâce aux phénomènes de répulsion inhérents au signe commun de ces charges ; nous avons supposé que ces mêmes phénomènes répulsifs interviennent aussi pour isoler les granules des réactifs chimiques qui peuvent se trouver dans le milieu.

Cette hypothèse semble bien exacte, car Boutaric et Benès ont confirmé *in vitro* la réalité de l'immunité granulaire par les expériences pleinement démonstratives suivantes.

Ces auteurs ont préparé des sols divers de résine, mastic, etc., et ont ajouté de l'éosine à la suspension micellaire. Aussi longtemps que les grains de résine demeurent dispersés dans le liquide, l'éosine les épargne complètement, ils ne se colorent aucunement, mais dès qu'ils sont floculés, ils fixent (1) fortement le réactif colorant.

A l'état micellaire, la substance était donc complètement protégée contre les atteintes d'un agent qui est cependant capable de la modifier dès que cet état est détruit.

Voici, d'ailleurs, les conclusions des auteurs de ces intéressantes expériences, conclusions confirmant entièrement notre thèse :

« Dans tous les cas étudiés, les granules ne « fixent l'éosine qu'à l'état floculé. Tant qu'ils « conservent leur individualité, à l'état de sol, « leur pouvoir adsorbant vis-à-vis de l'éosine « est pratiquement nul.

« D'ailleurs, la fixation de l'éosine se produit « encore exactement de la même manière quand « on met la solution de matière colorante au « contact des granules floculés, au lieu de provoquer la floculation dans le mélange de colloïde et d'éosine. Cette expérience montre « que la fixation de l'éosine n'est pas due à une « sorte d'entraînement mécanique comparable « à celui qui se produit dans les opérations de « collage, mais bien à une véritable adsorption « régie par la loi de Freundlich. »

(1) A. Boutaric et F. Benès. Sur l'immunité du granule dans les solutions colloïdales. *C. R.* T. 186, 1928, p. 1003.

Inertie chimique des colloïdes protéiques.

Nous avons bien expliqué jusqu'ici l'incolorabilité et l'immunité chimique des micelloïdes, mais, comme nous l'avons déjà fait remarquer, les tissus vivants ne sont pas constitués seulement par de la matière à cet état, la plus grande partie de leur substance est sous la forme colloïdale moléculaire, c'est-à-dire que nous nous trouvons en présence de corps solubles dont les molécules élémentaires complexes sont extrêmement lourdes par rapport à celles des corps définis de la chimie ; chacune de ces molécules renferme à la fois des fonctions COOH et NH^2, acides et basiques en nombre important et c'est cet assemblage de fonctions antagonistes qui confère aux composés qui la possèdent une inertie réactionnelle que les biologistes ne semblent pas avoir aperçue.

Ce sont les atomes labiles qui entrent en jeu dans les réactions et ces atomes, dans les protéines, sont principalement les hydrogènes des groupes NH et COOH. Or, il arrive qu'une quasi annulation des affinités respectives de ces fonctions se produit lorsqu'elles sont attachées à une même molécule.

Dans nombre de combinaisons définies de la chimie, nous trouvons l'exemple de ces influences antagonistes qui neutralisent leurs propriétés réactionnelles.

L'aniline ($C^6H^5NH^2$), par exemple, qui, par sa fonction basique NH^2, est capable de se combiner facilement, ce qui lui confère une toxicité élevée, devient presque inactive, et en tous cas considérablement moins toxique, quand on introduit dans le noyau benzinique une fonction acide SO^3H. Le parasurfanilate de soude $C^6H^4<^{NH^2}_{SO^3Na}$ est un corps dans lequel le groupement aminé NH^2 a perdu en grande partie la puissance de réaction qu'il possède quand elle n'est pas contrebalancée par une fonction sulfonique.

L'inertie chimique des protéines résulte donc de la réunion dans une même molécule de multiples fonctions qui, par une sorte de saturation

interne s'annihilent et rendent la substance inapte à contracter de nouvelles combinaisons, créant ainsi une *immunité moléculaire*, parallèle à l'*immunité granulaire*.

Les preuves de l'inertie chimique des protéines abondent et nous nous contenterons d'en rappeler quelques-unes parmi les plus frappantes.

Quand on traite une solution de gélatine par l'acide chlorhydrique, réactif reconnu comme énergique, et lorsque, après la prise en gelée de la masse, on soumet cette gelée, divisée en petits fragments, à la dialyse ou à un lavage dans un courant d'eau, l'acide est peu à peu éliminé, la gélatine n'en aura pas retenu, en fin de compte, la moindre trace, malgré ses groupements basiques NH ; ses fonctions acides COOH ne lui feront pas davantage fixer l'ammoniaque qui sera de la même manière éliminée complètement par lavage.

La plupart des matières colorantes ne se fixeront pas non plus sur les colloïdes moléculaires. C'est ainsi que si nous ajoutons une solution de bleu de méthylène à du sérum normal et si nous immergeons des bandes de papier dans ce mélange, le papier fixera la matière colorante, l'enlèvera au sérum, la teinte de la solution pâlira, elle sera bientôt complètement décolorée ; aucune parcelle de bleu de méthylène n'aura été fixée par les protéines sériques dont l'inertie chimique est ainsi démontrée.

Par contre, les matières colorantes sont adsorbées énergiquement, en général, par les protéines, lorsque ces dernières sont précipitées, floculées. Or, la précipitation résulte vraisemblablement de la saturation de certaines fonctions de la matière albuminoïde.

Bien que la protéine ait un pouvoir de combinaison presque nul, il y a cependant des réactifs assez puissants pour s'attacher à quelques groupements de la substance, ce sont précisément les réactifs qui précipitent la protéine et, en la précipitant, ils libèrent les fonctions antagonistes qui deviennent alors aptes à se combiner aux matières colorantes.

Supposons, pour fixer les idées, qu'une albumine soit traitée par un réactif suffisamment énergique pour salifier certains groupements carboxylés en précipitant la combinaison, c'est ce qui se passe notamment dans les combinaisons métalliques des protéines, les groupements basiques seront libérés de leur saturation interne et pourront alors réagir à leur tour sur les colorants ou sur d'autres réactifs.

Au cours de nos investigations sur les développateurs photographiques, nous avons relevé un phénomène typique analogue.

L'acide gallique $C^6H^2<\begin{matrix}COOH\\(OH)^3\end{matrix}$ qui, d'après les lois des développateurs que nous avons établies, possède les groupements hydroxylés nécessaires à la création de la fonction développatrice, n'est cependant pas capable de révéler l'image latente. C'est que le pouvoir réducteur des OH est paralysé par la présence, dans le noyau aromatique, d'une fonction acide COOH. Or, si nous éthérifions ce groupement en préparant le gallate d'éthyle $C^6H^2<\begin{matrix}COOC^2H^5\\(OH)^3\end{matrix}$, nous lui enlevons son caractère acide, nous le libérons vraisemblablement de ses attaches avec les OH, qui reprennent leur activité et la propriété développatrice apparaît aussitôt.

Il en est de même pour les protéines qui deviennent chimiquement actives quand l'une des fonctions opposées qui se compensent est saturée, en remettant l'autre en liberté. C'est ce qui a lieu dans les floculations et précipitations protéiniques, qui acquièrent ainsi la faculté de fixer énergiquement les matières colorantes.

Ces propriétés curieuses d'inertie chimique chez les micelloïdes aussi bien que chez les colloïdes protéiques, expliquent non seulement la raison de l'incolorabilité des tissus vivants et de la remarquable constance de composition des humeurs et des organes, mais font aussi comprendre pourquoi les états colloïdaux et micellaires des aliments doivent être détruits pour que leur attaque par les sucs digestifs devienne possible, pourquoi le lait et l'albumine ne peuvent être digérés qu'après coagulation, pourquoi la viande trop fraîche est indigeste, pourquoi la panification des farines ne s'effectue convenablement qu'après leur maturation, après que leurs micelloïdes et colloïdes ont été précipités.

Nul n'avait expliqué tous ces phénomènes avant nous.

En somme, si les micelloïdes, aussi bien que les colloïdes protéiques, présentent une inactivité chimique incontestable, cette propriété commune relève de deux ordres de phénomènes essentiellement différents, et il n'est pas permis d'invoquer cette communauté de propriété pour rapprocher les protéines des micelloïdes synthétiques ou naturels ; ces derniers demeurent bien des arrangements moléculaires qu'aucune raison valable n'autorise à désigner du nom de colloïdes.

ANIMAUX DISPARUS ET LÉGENDAIRES DE MADAGASCAR

par L. LAVAUDEN
Conservateur des Eaux et Forêts
Directeur des Forêts de Madagascar

I. — Les Æpyornis.

« Quel étrange pays que Madagascar ! écri-
« vait, il ya deux siècles, le célèbre voyageur-
« naturaliste Commerson ; il semble que la Na-
« ture se soit retirée dans cette île pour y tra-
« vailler en secret sur des modèles autres que
« ceux qu'elle utilisait ailleurs. »

De fait, la faune malgache est sans équivalent sur le globe. L'isolement géographique de Madagascar, qui remonte à des temps géologiques très lointains, a permis à une foule de types archaïques de s'y conserver intacts, et on a pu dire que cette faune représentait, à l'état vivant, une portion de la faune éocène.

Mais quel que soit l'intérêt de la faune actuelle de Madagascar, sa faune ancienne, aujourd'hui disparue, est plus intéressante et plus remarquable encore ; des types extraordinaires en faisaient partie, qui ont vécu, pour ainsi dire, jusqu'à nos jours. Nous nous proposons, dans cette série d'articles, de les passer en revue, d'étudier leur biologie, les causes et l'époque de leur destruction, et aussi les légendes auxquelles a donné lieu l'existence de certains de ces êtres, qui, nous le répétons, n'ont disparu que tout récemment.

*
* *

Les *Æpyornis* sont les plus connus de tous ces animaux éteints.

Le grand public est informé depuis longtemps de l'existence de ces Oiseaux, dont les œufs géants sont retrouvés parfois intacts, et ont été à maintes reprises l'objet de publications plus ou moins fantaisistes de la part de la presse dite d'information.

C'est en 1850 que le capitaine d'un navire marchand, M. Abadie, rapporta de la côte sud-ouest de Madagascar, trois de ces œufs qui furent décrits par Geoffroy-Saint-Hilaire, dans une communication à l'Académie des Sciences, le 27 janvier 1851.

Déjà, en 1834, M. Goudot avait rapporté de Madagascar divers fragments de coquilles de ces mêmes œufs, auxquels M. P. Gervais avait alors attribué des dimensions beaucoup trop faibles. Plus anciennement encore, vers 1830, un voyageur, Victor Sganzin, capitaine d'artillerie de la marine, avait adressé à M. Jules Verreaux, qui résidait alors au Cap, des notes et un dessin concernant ces œufs énormes.

Mais bien avant la science, l'histoire et la légende avaient fait mention de ces grands Oiseaux de la terre malgache.

Faut-il accepter l'attribution à l'*Æpyornis* de l'œuf d'une grosseur miraculeuse, rapporté d'un périple par des navigateurs carthaginois, et suspendu à la voûte du Temple de Tanit ? Le passage de *Salammbo* où Flaubert en fait mention est-il basé sur un texte ou un document authentique ? Il est bien difficile de l'affirmer. Flaubert, on le sait, se piquait d'exactitude. Mais, même dans sa discussion avec Sainte-Beuve, il n'a indiqué que fort peu de ses références ; l'usage si nécessaire des notes infrapaginales lui aurait paru probablement d'un insupportable pédantisme.

Si l'on accepte comme un fait la présence dans le Temple de Tanit de cet œuf énorme, ce ne pouvait être qu'un œuf d'*Æpyornis*.

Il est du reste très vraisemblable que les navigateurs carthaginois aient eu connaissance de Madagascar qui, au témoignage de l'historien Marin de Tyr, fut atteint par les marins grecs, au deuxième siècle de l'ère chrétienne (Marin de Tyr nomme les Comores : îles Pyrolées, et Madagascar : Menuthias).

C'est en tout cas à l'*Æpyornis* que doivent naissance les légendes arabes, concernant l'Oiseau *Roc* ou *Ruk*, qui est décrit dans les *Mille et une nuits*, et mentionné expressément par Marco-Polo. Celui-ci n'avait pas visité Madagascar, ni même la côte orientale d'Afrique, mais il en avait entendu parler par les marins arabes du golfe Persique, qui ont fréquenté la grande île dès les huitième ou neuvième siècles.

Il est encore question, dans les *Mille et une nuits*, de ces œufs gigantesques, qui paraissent avoir vivement frappé l'esprit de tous ceux qui les ont vus. Mais l'imagination féconde des conteurs orientaux les attribua, non point à une grande Autruche, mais à un Rapace redoutable, capable d'enlever dans ses serres un Eléphant, ou même un navire avec son équipage.

Cette dernière donnée peut avoir été basée

sur l'observation de navires brisés, retrouvés dans l'intérieur des terres, où ils avaient été jetés par les raz de marée et les cyclones, malheureusement si fréquents à Madagascar. La découverte de semblables épaves aura pu sembler inexplicable à des observateurs peu avertis. Le rapprochement de ces découvertes, et des œufs énormes du Roc — très différents des œufs d'Autruche au point de vue de la forme et de la structure — aura suggéré immédiatement que ce Roc devait être un fantastique Oiseau de proie.

*
* *

Ce n'est du reste que fort tard que l'on a été renseigné exactement sur les affinités zoologiques de l'*Æpyornis*. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, avec une profonde sagacité, avait attribué les débris de cet Oiseau à un Coureur brévipenne de très grande taille, et lui avait, en conséquence, donné le nom d'*Æpyornis* (de αἰπύς, élevé, et ὄρνις, Oiseau).

Mais Valenciennes voyait dans cet Oiseau un Manchot ou un Pingouin gigantesque, et le naturaliste italien Bianconi, de Bologne, hanté par la légende du Roc, voulait en faire un Rapace voisin des Condors. Il basait son argumentation, à la vérité fort solide, sur des particularités anatomiques qui ont reçu, depuis, une tout autre interprétation.

C'est en 1869 que Milne-Edwards et A. Grandidier donnèrent une description complète du squelette de la jambe de l'*Æpyornis*, et fixèrent de façon définitive, sa position systématique.

On a décrit, depuis lors, une bonne douzaine d'espèces d'*Æpyornis*. Mais ces espèces doivent être ramenées à quatre, d'après notre regretté ami, le docteur L. Monnier, qui a publié en 1913, sur les *Æpyornis*, dans les Annales de Paléontologie, un mémoire remarquable, devenu immédiatement classique.

La synonymie de ces espèces s'établit comme suit :

Æpyornis maximus I. Geoff. 1851 = *Æ. titan* Andreœs 1894, *Æ. ingens* M. E. et Grand. 1894.

Æpyornis medius M. E. et Grand. 1869 = *Æ. maximus* (partim), *Æ. cursor* M. E. et Grand. 1894, *Æ. lentus* M. E. et Grand. 1894.

Æpyornis hildebrandti Burck 1893 = *Æ. Mulleri* M. E. et Grand. 1894.

Æpyornis gracilis L. Monnier 1913.

Æ. grandidieri, décrit par Dawson Rowley d'après l'examen d'un seul œuf, doit être éliminé de la nomenclature ; quant à l'*Æpyornis modestus*, de taille beaucoup plus faible, on s'accorde aujourd'hui à le rapporter au genre *Mullerornis*, dont nous parlerons tout à l'heure. Et il est probable qu'il faut en faire autant pour l'*Æ. gracilis*, décrit par le docteur L. Monnier d'après un fémur unique. C'est du moins notre sentiment, que nous avions amené notre ami regretté à partager.

*
* *

Les *Æpyornis* font partie des Ratites dromæognathes, dont ils forment une famille distincte. Ils sont évidemment apparentés aux Casoars, mais leur phylogénie est encore très obscure. Le Dr L. Monnier avait émis, avec doute, l'hypothèse qu'ils pouvaient descendre des *Hypselornis* du Pliocène de l'Inde ; mais dans ce cas, la séparation du continent malgache d'avec l'Inde serait retardée jusqu'à la fin du Tertiaire, ce qui est certainement faux. Il est probable que ce groupe de Ratites est extrêmement ancien, et a été différencié de très bonne heure en un certain nombre de rameaux, comme le prouve l'existence de l'*Eremopezus eocenus*, du Fayoum, considéré assez généralement comme l'ancêtre des Autruches.

Quoi qu'il en soit, on peut assez bien se représenter les *Æpyornis* comme de gigantesques Casoars. L'examen des os de leurs crânes prouve que leur tête devait être surmontée d'une production carunculaire, peut-être double, analogue au casque des *Casuarius* vrais.

Leur corps était couvert d'une sorte de toison, — toujours comme les Casoars. Des débris très reconnaissables de cette toison (composée de plumes souples réduites à leur rachis) ont été découverts, bien conservés, dans les tourbières d'Antsirabé, par le Révérend Standing. On pense que cette toison devait être brune.

Il nous faut dire un mot de la taille de ces Oiseaux. Geoffroy-Saint-Hilaire l'avait estimée entre 3 et 4 mètres de hauteur. On sait aujourd'hui qu'elle n'atteignait point ces dimensions. Le squelette d'*E. maximus* du Muséum de Paris a 2 m. 68 de hauteur totale, ce qui est déjà fort respectable. Celui du Muséum de Tananarive est à peine plus petit. L'Oiseau vivant devait peser environ 500 kg.

L'*Æpyornis hildebrandti* est beaucoup moins grand. Il atteint à peine la hauteur d'une Autruche, tout en restant beaucoup plus lourd et plus massif.

Les œufs sont assez constants comme dimensions ; ils mesurent en général de 32 à 34 centimètres, suivant leur grand diamètre, leur petit diamètre pouvant varier de 22 à 23 centimètres. Mais ces œufs oscillent autour de deux types, l'un ovoïde, l'autre ellipsoïde, sans qu'on puisse assigner à ces deux types une valeur spécifique. En d'autres termes, il y a, pour chacune des espèces, des œufs de chacun des deux types, ovoïde et ellipsoïde. Le grain de la coquille varie également beaucoup. On connaît des œufs

polis, dont la surface est même miroitante. Il est probable que ces spécimens sont restés longtemps à découvert, soumis à l'influence de

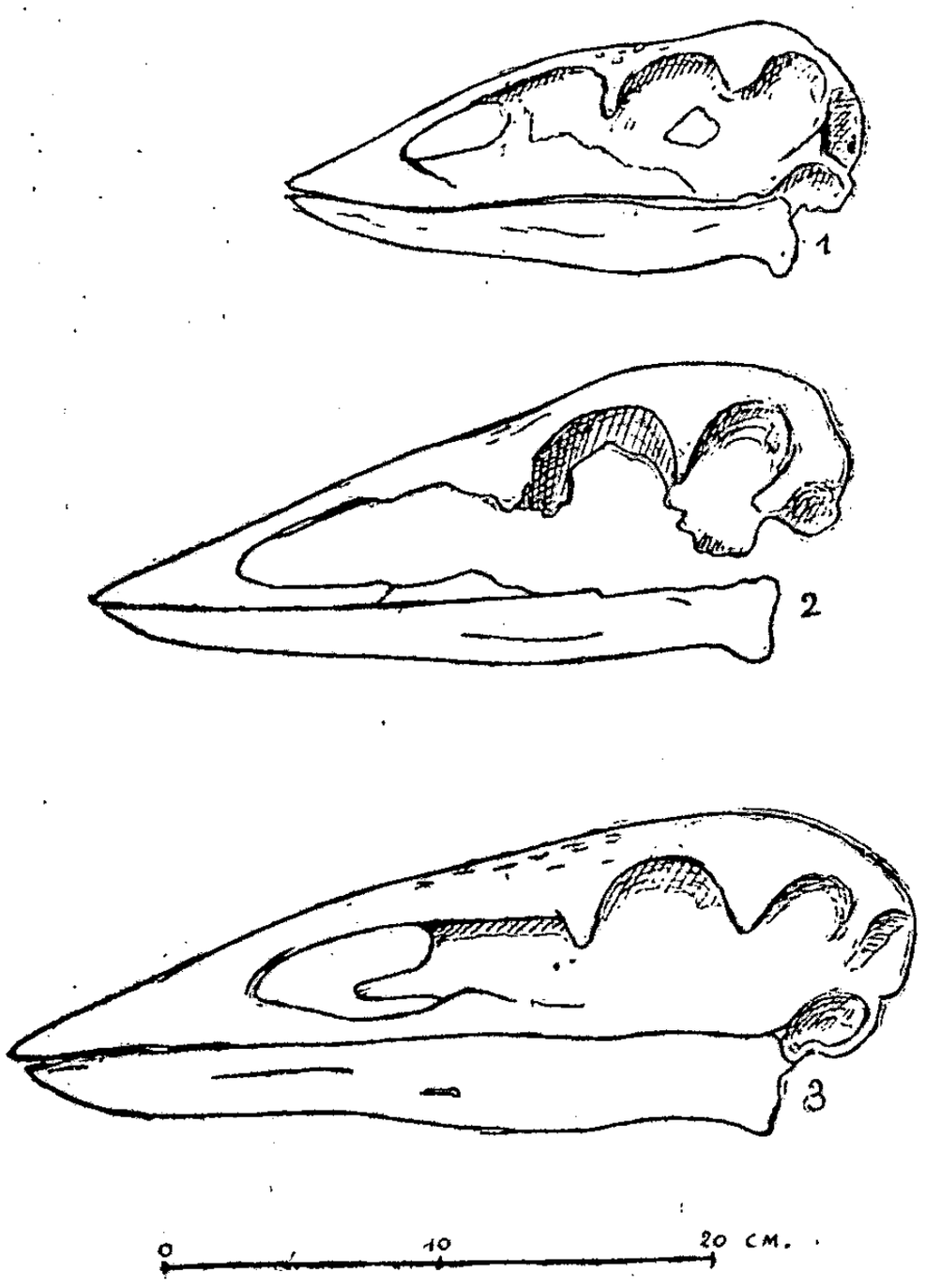


Fig. 1. — Têtes osseuses de :
1. *Æpyornis hildebrandti*.
2. *Æpyornis medicus*.
3. *Æpyornis maximum*.
(D'après les photographies des specimens appartenant aux collections du Muséum de Paris).

vents chargés de sables. La coquille des spécimens normaux offre un grain analogue, — en plus grossier, — à celui des œufs de *Dromaeus*. On sait que ces derniers sont de couleur vert bronzé. Les œufs de l'*Æpyornis* étaient-ils ainsi colorés ?

On ne saurait encore se prononcer en toute certitude. Tous les spécimens que l'on connaît n'ont pas de coloration propre.

Quelques spécimens seulement sont rougeâtres, ce qui est dû au contact prolongé d'alluvions latéritiques. La seule chose qu'on puisse affirmer, c'est que la cuticule interne de ces œufs était d'un vert bleu. Cela ressort très nettement de l'examen de fragments parfaitement conservés, ayant un aspect absolument frais, extrait des tourbières d'Antsirabé, et qui sont à rapporter à l'*Æ. hildebrandti*.

*
* *

La provenance des différents débris d'*Æpyornis* assigne à ces Oiseaux, pour patrie, la moitié méridionale de l'île. On n'a trouvé aucun gisement dans le nord de Madagascar. L'*Æpyornis maximus* habitait le sud et le sud-ouest, de Fort-Dauphin à Tuléar. L'*Æ. medius* les mêmes régions, ainsi que l'ouest du plateau central ; l'*Æ. hildebrandti* enfin, les abords des montagnes de l'Ankaratra (Antsirabé, Betafo) où il voisinait avec les *Mullerornis*.

Ces derniers sont des Oiseaux bien plus petits que les *Æpyornis*, et les plus grands ne dépassent pas la taille des petits Casoars actuels.

On en a décrit plusieurs espèces (*Mullerornis betsilei, M. rudis, M. agilis*), auxquels il faut ajouter, nous l'avons vu, *M. modestus* et *M. gracilis*. La révision de ces espèces est, du reste, nécessaire. Mais elle reste à faire, et sera difficile, car les matériaux sont peu nombreux, et leur provenance n'est pas toujours certaine.

Les *Mullerornis* sont extrêmement voisins des *Æpyornis*, mais avec des caractères encore plus primitifs, qui s'accordent avec leur taille réduite. Ils font évidemment partie du même phylum, et devaient avoir les mêmes mœurs que leurs gigantesques congénères.

Les *Æpyornis* devaient être des Oiseaux forestiers, ayant des mœurs analogues à celles des Casoars actuels de la Nouvelle-Guinée. La massivité des os des pattes, l'importance des groupes musculaires qu'ils permettent de deviner, semblent indiquer que l'Oiseau grattait et fouissait profondément le sol pour y trouver des larves, des vers, des racines. Ces dispositions anatomiques — et notamment la prédominance des extenseurs sur les fléchisseurs, avaient été interprétées autrement par Bianconi, qui prétendait qu'elles favorisaient le saut avant l'envolée, comme chez certains Vautours.

Des animaux de cette taille devaient être astreints, suivant les saisons, à des déplacements constituant une sorte de transhumance, et avoir besoin, pour cela, d'une forêt à peu près continue, leur assurant, littéralement, le vivre et le couvert.

Le déboisement, en amenant le morcellement de la sylve, et en les confinant, devait être leur arrêt de mort.

*
* *

La disparition des *Æpyornis* a donc marché de pair avec celle des forêts malgaches. Avec la déforestation, le dessèchement progressif devait s'installer ; les *Æpyornis*, avec leurs contemporains, les grands Lémuriens, dont nous parlerons plus loin, ont dû de bonne heure être forcés de se réfugier autour des cuvettes lacustres ou marécageuses où un peu de végétation subsistait.

Cette concentration devait amener, pour eux, de nouveaux facteurs de destruction : les Croco-

diles les entraînaient à l'eau ; les hommes, devenus plus nombreux, grâce à la vie pastorale, pouvaient plus facilement en faire des hécatombes, et le feu devait, comme aujourd'hui en Afrique, leur servir d'auxiliaire et de rabatteur. On remarque fréquemment, sur les ossements retrouvés, des traces de dents de crocodiles ou d'instruments tranchants, qui justifient ces hypothèses.

Il faut ajouter que, certaines cuvettes lacustres dont nous venons de parler renferment des eaux thermales, et sont parfois le théâtre de dégagements massifs de gaz carbonique, qui ont pu occasionner des asphyxies importantes.

A plusieurs reprises, aux environs d'Antsirabé, des ivrognes endormis sur les berges de ces sources thermales, ont été retrouvés morts, asphyxiés par les gaz. Et nous avons vu, personnellement, un Bœuf paissant paisiblement sur le bord d'une de ces sources, chanceler comme étourdi, relever très haut la tête, par un mouvement convulsif, pour aspirer une bouffée d'air pur, et s'éloigner au galop de ces parages empoisonnés.

Dans le sud, où la brousse épineuse, le *bush* à *Didierea* et à *Alluaudia* lui constituait un milieu protecteur impénétrable, l'*Æpyornis* a persisté plus longtemps; mais dans des conditions évidentes d'insécurité. Lorsque, sur la montagne de la Table, au sud-est de Tuléar, on contemple les fragments de coquilles d'œufs d'*Æpyornis* qui jonchent le sol, on se rend compte des conditions d'inquiétude qui ont conduit ces Oiseaux à venir nicher sur ce véritable poste-vigie, point proprement stratégique, d'où leur cou dressé leur permettait d'observer, de fort loin, les mouvements de leurs ennemis.

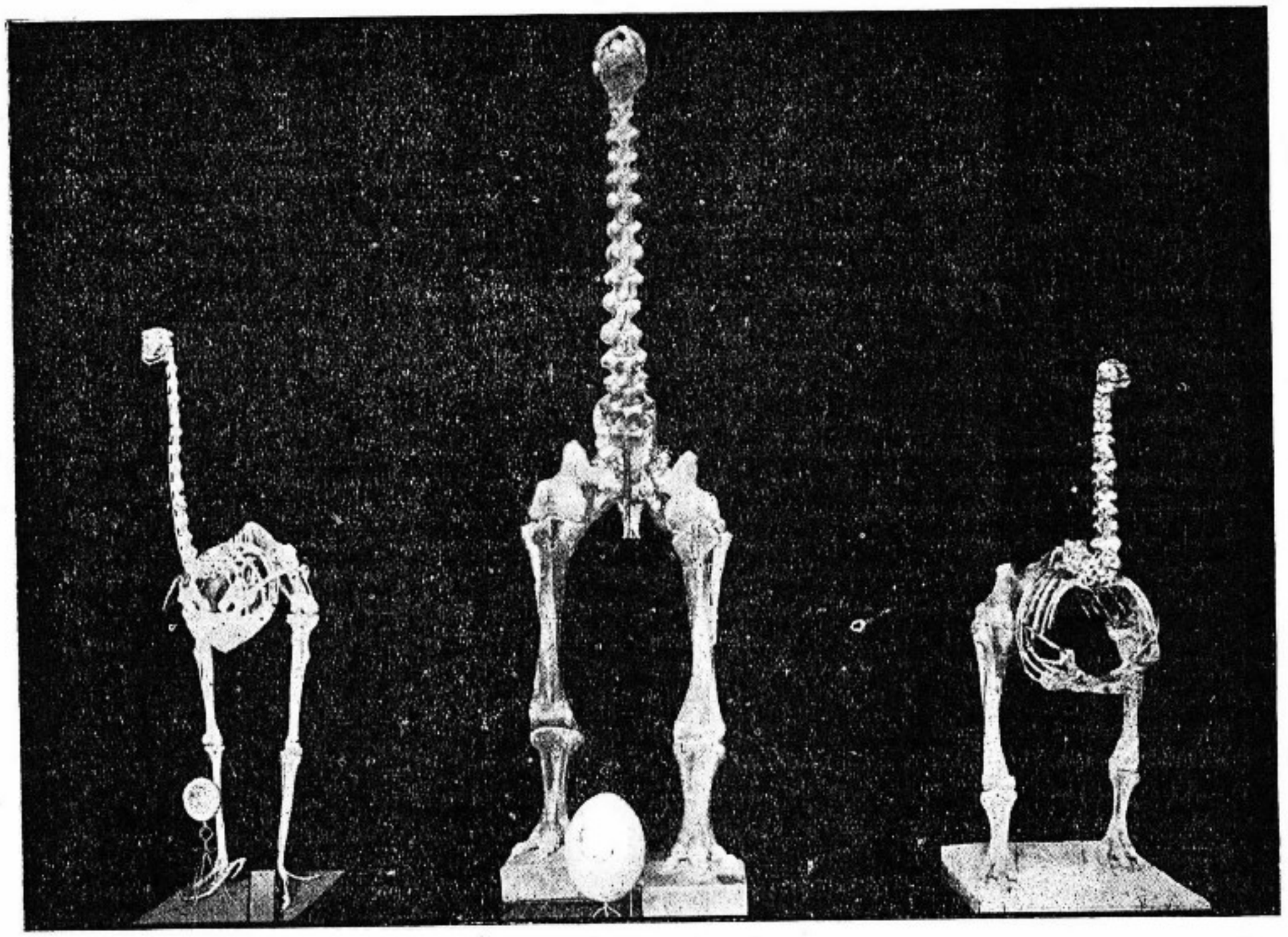


Fig. 2. — A gauche : Squelette et œuf d'autruche.
Au centre : Squelette et œuf d'*Æpyornis maximus*.
A droite : Squelette d'*Æpyornis hildebrandti*.
(Galerie de Paléontologie du Museum de Tananarive).

*
* *

A quelle époque faut-il faire remonter l'extinction des *Æpyornis*? Ici, les avis des auteurs, divergent jusqu'à la contradiction.

On s'est longtemps bercé de l'illusion qu'un naturaliste pourrait un jour se rencontrer face à face avec un de ces géants légendaires. A. Berg, dans une lettre à Moquin-Tandon, publiée

dans le *Temps* du 7 décembre 1861, affirme l'existence d'*Æpyornis* vivants. A. Grandidier et Milne-Edwards, en 1867, concluent à son extinction récente, mais complète. Trouessart, dans l'article *Æpyornis*, de la Grande Encyclopédie, estime que cet Oiseau a été encore contemporain de l'homme, mais qu'il a disparu depuis des temps relativement reculés.

Aujourd'hui que l'île de Madagascar a été presque entièrement parcourue, on peut affirmer, malheureusement, que l'*Æpyornis* est entièrement éteint. Mais cette extinction est récente, toute récente, contemporaine même, — et il n'est pas certain que Berg se soit trompé, en 1861, en affirmant qu'il existait encore, à Madagascar, des *Æpyornis* vivants.

Examinons brièvement les raisons de notre opinion. La première, c'est que Flacourt parle de l'*Æpyornis*, d'une manière très explicite, dans son *Histoire de Madagascar* (1).

Il en parle sous le nom de *Vouron-Patra*.

« C'est, écrit-il, un grand Oyseau qui hante « les Ampastres, et fait des œufs comme l'Au- « truche, c'est une espèce d'Autruche, ceux des « dits lieux ne le peuvent prendre, il cherche « les lieux les plus déserts. »

Pour qui a pu, à Madagascar même, vérifier la scrupuleuse exactitude et la minutieuse précision des indications de Flacourt, le passage ci-dessus est absolument convaincant. Sans doute, Flacourt n'a pas dû voir lui-même l'*Æpyornis*. Mais il en a eu certainement une connaissance directe par les rapports de ses lieutenants et les dires des indigènes, qu'il n'a certainement pas manqué, suivant sa coutume, de recouper avec soin.

On peut dire que l'*Æpyornis* vivait encore dans les Ampâtres (nous dirions aujourd'hui l'Androy) aux environs de 1650. Il y était déjà rare, et fort farouche.

Le nom de *Vorompatra* (orthographe malgache correcte du *Vouron-Patra* de Flacourt) est resté longtemps connu dans le sud de Madagascar. A. Grandidier rapporte en effet que l'ayant cité à un chef Antandroy nommé Tsifanihy, roi du Cap Sainte-Marie, celui-ci lui répondit qu'il n'avait pas vu lui-même cet Oiseau, bien connu de ses ancêtres, mais qu'il allait le conduire au bord d'une mare où se trouvaient ses ossements.

Aujourd'hui, ce nom de *Vorompatra* est entièrement oublié. Nous n'avons pu en retrouver trace, au cours de nos voyages dans le sud de l'île. Par contre, nous avons retrouvé, persistante, la tradition du *Tokandia*, indiquée par le Dr L. Monnier, qui en avait entendu parler comme d'une « grande bête qui avait les « deux pattes au milieu du ventre, et qui ne « laissait sur le sol qu'une trace unique. » En malgache : « *Biby lehibé indrindra manana « tongotra anankiroa eo ampovoan'ny kibo* ». Cette description bizarre se rapporte parfaitement à l'*Æpyornis*. On remarquera qu'elle ne comporte pas le mot Oiseau. Mais pour bien des Malgaches primitifs, que pouvait avoir de commun avec un Oiseau cet animal énorme, qui ne volait pas, n'avait même aucune trace apparente d'ailes, et était couvert de poils ?

D'autres souvenirs de l'*Æpyornis* ont survécu longtemps dans le sud de Madagascar. Lorsqu'on fonda, en 1902, l'Autrucherie de Befanamy (près de Tuléar), quelques vieillards du pays s'exclamèrent, en disant que les *Vazaha* (étrangers, blancs), avaient ramené dans le pays le *Biby* (animaux) qui y existaient autrefois. Cette tradition se retrouve aujourd'hui, mais il faut prendre garde qu'elle n'a plus aucun caractère primitif, et qu'elle reflète simplement les commentaires faits par les Européens sur les analogies entre les Autruches et les *Æpyornis*, sans que le souvenir traditionnel de ceux-ci se soit réellement perpétué dans la population indigène.

Cependant, quelques récits, quelques légendes fort intéressantes, persistent dans quelques coins. En voici une, recueillie par le R. P. Enjelvin, des Pères du Saint-Esprit de Tuléar, et qu'il nous a très obligeamment communiquée :

« Trois frères habitaient une case dans la fo- « rêt. Deux sortent. Un reste pour garder la « case. Il entend un grand bruit de branches « cassées, et des cris d'Oiseau. Il regarde par une « fente de la case, et voit un énorme Oiseau, « qui n'est ni un Oiseau qui vole, ni un Oiseau « qui grimpe (*sic*). Il est si lourd que, quand il « se couche sur le sol, celui-ci résonne. L'hom- « me étant sorti de la case reçoit un coup de « pied dans le ventre (1) et l'Oiseau essaye de « lui saisir la tête avec son bec. L'homme se « dégage et se cache. Ses frères rentrés, il leur « raconte son histoire ; ils ne le croient pas. « L'un d'eux se propose pour garder la case. Le

(1) Flacourt (Etienne de), 1607-1660. Fut nommé commandant par le Roi de la colonie de Madagascar en 1648. Il y déploya les plus éminentes qualités de chef et d'administrateur. Rentré en France en 1655, il publia son *Histoire de la Grande Isle de Madagascar*. Cet ouvrage eut deux éditions ; une en 1658, l'autre en 1661. Une réimpression moderne en a été faite dans la *Collection des ouvrages anciens concernant Madagascar* (tome VIII, 1913). Chargé de nouveau par le Roi du gouvernement de cette colonie, Flacourt reprit la mer en 1660. Mais son vaisseau fut attaqué, sur la côte d'Afrique, par des pirates barbaresques, et Flacourt périt pendant le combat, perte proprement irréparable pour son pays, et pour la contrée qu'il était de nouveau appelé à gouverner. L'ouvrage de Flacourt constitue encore, de nos jours, au bout de trois siècles, une source qui n'a point été dépassée.

(1) Comparer ce point du récit avec les habitudes de l'autruche, dont les coups de pied sont très dangereux.

« lendemain, à son tour, il voit l'Oiseau. Le « surlendemain, le troisième frère se dévoue à « son tour pour rester. Il a fabriqué un appât « avec des résines gluantes. L'Oiseau vient, « veut avaler l'appât, s'englue le bec, puis les « pattes, puis les ailes, et est tué à coups de « sagaie. »

Quelques détails de cette légende semblent bien marquer une tradition authentique ; de telles traditions ne se conservent jamais bien longtemps, et un siècle paraît être l'extrême limite de leur vitalité.

Enfin, M. Humbert, le distingué botaniste de la Faculté des Sciences d'Alger, qui a exploré Madagarcar à plusieurs reprises, nous a dit avoir recueilli, en 1924, d'un colon des environs de Tuléar, M. de Chazotte, l'indication suivante : « Une femme indigène nommée Zavast, « prétendait que, vers 1890, un Oiseau géant « aurait été tué par les gens de Tompomana, roi « des Masikoros, près de Manombo (au nord de « Tuléar), dans un marais de l'intérieur, à la « suite d'un cyclone terrible, où les Bœufs fu- « rent tués et entraînés jusqu'à la mer, et des « Albatros vinrent périr à l'intérieur des ter- « res. Il aurait fallu vingt-quatre hommes pour « le porter. »

Aurait-ce été le dernier des *Æpyornis* ? Nous n'avons pu avoir confirmation de cette histoire, lorsque nous avons visité le sud de Madagascar en 1929. Mais en quarante ans, des souvenirs semblables ont le temps de s'effacer. Il y a bien eu un cyclone à Manombo en 1893 ; mais on n'a que très peu de renseignements sur les cyclones antérieurs, dans la même région. D'autre part, il y a eu plusieurs Tompomana, à la tête de diverses tribus Masikoro. Le mot de roi, chez ces peuplades a un sens tout relatif, et il est difficile d'établir une chronologie régulière, chez des peuples qui ne connaissent pas l'écriture, et n'ont aucune notion des années.

Aussi, les plus expresses réserves s'imposent, malgré la précision de l'anecdote; mais nous devions rapporter celle-ci, car il n'est point impossible qu'elle soit vraie ; bien que, dans ce cas, elle soit sans doute beaucoup plus ancienne qu'il n'est indiqué. Mais ce qu'il faut retenir, c'est que l'extinction complète de l'*Æpyornis* est tout proche de nous, et que c'est par grande malchance que les naturalistes européens n'ont pu avoir connaissance, *in vivo*, de ce survivant des âges disparus.

II. — Les Hippopotames.

C'est en 1833 que la présence à Madagascar d'Hippopotames subfossiles fut signalée pour la première fois, par Telfair, dans une lettre à Sir Alexander Johnstone. Mais c'est seulement en 1868, par l'étude des ossements recueillis en grand nombre par Alfred Grandidier, qu'on put avoir une bonne connaissance de ces curieux animaux.

Ces Hippopotames de faible taille, mais assez variables, ont été rapportés à trois espèces, dont il semble bien qu'il convient de réduire le nombre à une seule, l'*Hippopotamus lemerlei* A. G., qu'on s'accorde à appeler aujourd'hui, pour des raisons de priorité à vrai dire discutables, *Hippopotamus madagascariensis* Guldberg.

La position systématique et les affinités de ces Hippopotames ont suscité bien des discussions.

L. Joleaud les rattachait au groupe des *Choeropsis*, représentés aujourd'hui par l'Hippopotame nain de Libéria, et se basait pour cela sur l'étude de leur dentition de lait, laquelle ne comprenait que deux incisives à la mâchoire inférieure (type *diprotodonte*), ce qui est le cas des *Choeropsis*. Il admettait comme primitif le type à six incisives (*Hexaprotodonte*) des Hippopotames indiens, qui remontent au Miocène. Et en déduisant une phylogénie présentant des cas de réservibilité, qui venaient contredire à la fois la loi d'irréversibilité de l'évolution, et celle d'augmentation de taille dans les rameaux phylétiques, jusqu'alors considérées comme les guides les plus sûrs des paléontologistes, dans leurs études phylogénétiques.

Mais, d'une part, les jeunes *Hippopotamus madagascariensis* ne sont pas *réellement* diprotodontes, puisque les germes de la deuxième paire d'incisives existaient parfaitement, comme le reconnaissait. L. Joleaud, lui-même, sur les mâchoires qu'il a étudiées. D'autre part, il semble bien qu'il faille interpréter autrement les faits constatés, et adopter l'opinion de Depéret, pour lequel les Hippopotames forment plusieurs rameaux phylétiques, à évolutions distinctes. Les *Chœoropsis* devraient être rattachés à un petit rameau fragmentaire, à dentition archaïque, auquel appartiendrait aussi *Hippopotamus minutus* Cuv. du quaternaire de Chypre. D'après Depéret, *H. madagascariensis* proviendrait d'un rameau particulier, auquel se rattacheraient *H. pentlandi* V. Meyer, du quaternaire ancien de Sicile, et *H. melitensis* F. Major, du quaternaire ancien de Malte — tous à dentition tétraprotodonte.

Les Hippopotames d'Afrique actuels constituent toujours d'après Depéret, la forme terminale d'un rameau ayant vécu sans modications appréciables depuis le pliocène supérieur et dont on ignore l'origine.

Quant aux Hippopotames indiens, *H. irravaticus* du Miocène supérieur, *H. sivalensis* du Pliocène, *H. namadicus et H. palæ indicus* du quaternaire, ils représentent un type primitif, hexaprotodonte, formant un rameau unique ayant évolué par augmentation de taille, rac-

courcissement de la mandibule, et tendance vers le type tétraprotodonte (1).

***

Nous avons dit que les petits Hippopotames de Madagascar, étaient assez variables, bien que devant être, à notre avis, ramenés à une seule espèce. Il semble qu'il se passe, pour ces animaux, ce que nos travaux nous ont déjà permis de démontrer pour les Bouquetins, les Gazelles, les Buffles, et d'autres part, pour les Lions, les Panthères et les Lynx, à savoir que *dans l'intérieur même de chaque espèce, il se produit des variations d'ordre individuel, oscillant entre deux types extrêmes, les individus intermédiaires pouvant être et même étant généralement les plus rares.*

Ces variations étaient interprétées de façon très variable, et parfois très confuse, par les naturalistes, qui leur attribuaient souvent une valeur spécifique ou subspécifique, alors qu'il s'agit, en réalité, de variations individuelles pouvant se produire, soit dans le même troupeau, pour les espèces sociales, soit dans la même portée, pour les grands carnassiers. L'extrême diversité des animaux chez lesquels nous avons constaté cette variation fait de celle-ci une sorte de loi statistique, d'une très grande généralité.

Chez l'*Hippopotamus madagascariensis*, ces deux types extrêmes sont représentés par un type à mâchoires allongées, et un autre à mâchoires raccourcies et élargies, — sans que cette différence puisse être rapportée au sexe, ni, *a fortiori*, qu'il puisse être question de lui attribuer une valeur spécifique, les débris des spécimens des deux types étant confusément mélangés dans les gisements, et la dentition ne trahissant pas la moindre différence entre ces deux types.

***

Nous sommes maintenant amenés à nous demander, — comme pour les *Æpyornis*, — quelles furent les conditions ayant amené la disparition de ces animaux?

Ces facteurs sont évidemment complexes, car les gisements se présentent de façons tout à fait variées. Certains apparaissent comme évidemment remaniés, les os abondamment brisés, mélangés, charriés. C'est le cas, par exemple du célèbre gisement d'Ampazimbazimba, dans la région de l'Itasy, — le plus ancien des gisements fouillés jusqu'ici à Madagascar. Dans la recherche de l'origine de ce gisement, il ne faut pas exclure l'hypothèse d'une éruption volcanique, suivie d'inondations énormes, ayant balayé pêle-mêle les forêts et leurs habitants, et ayant entraîné, par suite, la destruction massive de toute une faune, dont les débris seraient venus s'accumuler au pied du barrage formé par la coulée de lave devant laquelle se trouve le dit gisement.

Une autre cause de disparition doit être recherchée dans l'asséchement progressif des grandes étendues d'eaux douces qui couvraient jadis les hautes plaines de Madagascar, et dont les lacs Alaotra et Itasy constituent les témoins actuels bien amoindris. La dépression d'Antsirabé et de Betafo, autrefois vaste cuvette lacustre, ne renferme plus aujourd'hui que des marais insignifiants, incapables de nourrir des Crocodiles ou des Hippopotames. Et il en est de même pour la plupart des autres gisements subfossiles de Madagascar.

Troisième facteur de disparition : l'hostilité de l'homme, tout comme pour les *Æpyornis;* ce facteur est attesté par les nombreuses traces d'instruments tranchants que portent les os de certains gisements. Enfin, quatrième facteur, que nous croyons non seulement possible, mais probable : les dégagements massifs de gaz carbonique qui ont pu asphyxier, dans leur milieu même, sans leur laisser le temps de regagner les rives, les Hippopotames venus chercher un refuge dans certains lacs renfermant des sources thermales.

***

A quand remonte la disparition de ces animaux?

Elle est, comme pour les *Æpyornis*, toute récente, contemporaine, même. Certaines personnes prétendent même d'après des indigènes très affirmatifs, que le petit Hippopotame vivrait encore à Madagascar dans certains lacs situés dans le Sud du plateau désertique de l'Isalo, à peu près à mi-chemin entre Tongobory et Ranohira. Cette région n'a, croyons-nous, jamais été parcourue par un Européen. Elle est considérée comme *fady* (c'est-à-dire *tabou*, interdite) par les indigènes. Mais nous pensons plutôt que ces lacs constituent le grand refuge des voleurs de bœufs de la région. On sait que le vol de bœufs est, en quelque sorte, le sport national de certaines tribus du Sud de Madagascar.

Mais s'il faut perdre l'espoir de retrouver, vivant, l'*Hippopotamus madagascariensis*, on ne saurait douter que sa disparition ne soit tout à fait récente, et ne remonte, en tout cas, pas à un siècle. La conservation des os de certains gisements, et notamment des défenses (on sait combien l'ivoire en est altérable), ne peut laisser aucun doute à ce sujet.

(1) Cf. Depéret. *Bulletin de la Société géologique de France*, 1921, p. 163.

D'autre part, il existe des traditions encore persistantes, beaucoup plus que pour les *Æpyornis*.

Kaudern, un naturaliste suédois (1) a recueilli en 1912, sur les bords du lac Kinkony, au S.-O. de Majunga, quelques-unes de ces traditions relatives à l'*Omby-rano*, littéralement : Bœuf d'eau) qui semblent bien se rapporter à l'Hippopotame. Il écrit que, d'après les indigènes, l'*Omby-rano* vivrait encore dans le lac.

En 1929, nous avons retrouvé ces mêmes indications dans les mêmes lieux. Mais il n'y a aucun doute que l'Hippopotame soit actuellement éteint dans ces régions, car on n'en retrouve les traces en aucun point des berges du lac. Et les traces d'Hippopotame sont facilement reconnaissables, ne peuvent être confondues avec celles d'aucun autre animal, et enfin passeraient difficilement inaperçues !

Nous nous sommes assurés soigneusement que les histoires dont nous venons de parler avaient bien trait à l'Hippopotame, car le mot d'*Omby-rano* est parfois employé par les Malgaches dans un sens tout différent. Il sert parfois à désigner les Bœufs importés par mer, et parfois aussi les individus à longs poils qui naissent, de temps à autre, par mutation, dans les troupeaux de Zébus, et prennent aux yeux des indigènes une sorte de valeur sacrée.

Nous avons rencontré aussi, dans l'Ouest, des légendes relatives à un *Omby-mamirapiratra* (littéralement : Bœuf qui brille), laquelle s'appliquerait fort bien à l'aspect de l'Hippopotame sortant de l'eau.

Enfin, l'Hippopotame a, dans la langue malgache des hauts plateaux, un nom particulier : *Lalomena*. La finale *mena* qui signifie rouge devait convenir tout à fait à un Hippopotame vivant sur des terrains latéritiques, dont la boue est d'une teinte brique très accentuée. Quant au radical *Lalo*, il faut peut être y voir tout simplement un déformation du mot *lolo*, qui signifie quelque chose comme diable, génie, lutin, bref, un de ces êtres fantastiques dont la mythologie malgache est remplie. La finale *mena* aurait peut être été employée au sens figuré de : redoutable, terrible. Il est du reste possible que ce mot de *Lalomena* ait été le nom d'un *lolo* de la région d'Antsirabé, et qu'il n'ait été appliqué à l'Hippopotame que par hasard, lors des premières fouilles faites par les missionnaires norvégiens ; un Malgache quelconque, questionné au sujet de ces os, aura pu répondre : « Ce doit être des os de *Lalomena* », et la légende serait née. Le mot de *Lalomena* doit donc être traité avec réserve, jusqu'à ce que des recherches linguistiques (qui paraissent à vrai dire difficiles) nous aient renseigné sur son origine précise.

Les traditions du Bœuf d'eau et du Bœuf qui brille sont à nos yeux, plus démonstratives.

*
* *

Nous venons d'esquisser l'histoire des petits Hippopotames malgaches. Mais on a trouvé à Madagascar des débris d'Hippopotames de grande taille.

Ce fut d'abord la découverte, sur la Côte Est, dans la région de Manakra, d'une mâchoire inférieure presque complète (au Musée de Tananarive). Cette mâchoire paraît devoir être à rapporter à *Hippopotamus amphibius*, ou peut-être même à *H. major*. Elle est, en effet, de très grande taille, mais nettement tétraprotodonte. Son état de conservation semble dénoter une ancienneté assez grande. Mais, sa découverte n'a malheureusement pas été accompagnée d'observations permettant de la dater, au point de vue stratigraphique.

Tout récemment, en automne 1930, un préparateur indigène de l'Académie malgache a fouillé un gisement situé au voisinage de Beroroha, province d'Ankazoabo (Sud-Ouest de Madagascar) et en a rapporté quelques ossements (notamment un fémur) appartenant à un Hippopotame de très grande taille, et de structure particulièrement puissante. Ces ossements sont en parfait état de conservation, et paraissent vraiment *tout à fait récents*. Faute de matériel de comparaison sur place, nous ne savons s'il convient de les rapporter à *H. amphibius*, à *H. major*, ou à une nouvelle espèce. Il est désirable que lorsque les fouilles projetées dans ce gisement seront reprises, on puisse retrouver la mâchoire inférieure de cet animal, qui permettra de trancher la question.

III. — Lémuriens et Carnassiers.

Les Lémuriens constituent aujourd'hui un des éléments les plus caractéristiques de la faune de Madagascar. Mais, si la faune malgache actuelle est particulièrement riche à ce point de vue, puisqu'elle comprend, à elle seule, plus des trois quarts des espèces de tout le groupe, la faune ancienne était plus riche encore. Très nombreuses sont les formes de Lémuriens disparus dont les gisements subfossiles de Madagascar nous livrent aujourd'hui les débris. L'étude de cette faune si remarquable a été poursuivie d'abord par Filhol, puis surtout par G. Grandidier et le Révérend H.-F. Standing (1).

(1) Cf. W. Kaudern : *Säugethiere aus Madagascar*. Arkiv for Zoolog., Stockholm, 1915.

(1) G. Grandidier : Recherches sur les Lémuriens disparus (*Nouvelles archives du Muséum*, VII, 1905). — H. F. Standing : On recently discovered subfossiles Primates from Madagascar (*Trans. of zool. Soc. of London*, XVIII, mai 1908).

Mais les collections de l'Académie malgache, à Tananarive, renferment une grande quantité de documents plus récents, qui n'ont pu être étudiés, jusqu'ici, dans des conditions satisfaisantes.

Quoi qu'il en soit, il nous faut souligner que cette étude confirme bien que *les Lémuriens ne sont pas des Primates*, alors que les traités classiques s'obstinent, par la plus déplorable erreur, à placer les Lémuriens (parfois affublés du nom fâcheux de Prosimiens), à côté des Singes véritables.

Certes, l'appréciation exacte de la position systématique des Lémuriens n'est pas une nouveauté. Alphonse Milne-Edwards, qui exagérait parfois l'expression de sa pensée pour se faire mieux comprendre, disait volontiers que les Lémuriens étaient des Pachydermes grimpeurs. Avant lui, Owen ; après lui A. et G. Grandidier, Trouessart, et plus récemment Kaudern, ont montré la place que doivent occuper les Lémuriens dans la série animale: c'est celle d'un grand groupe très généralisé (nous dirons aujourd'hui : à vaste rayonnement adaptatif), qui doit former un Ordre spécial, tout comme les Marsupiaux, dont l'histoire biologique n'est pas sans analogie avec la leur.

Les différences essentielles dans la placentation, dans la forme de l'utérus, dans le système mammaire, dans la structure du cerveau, du cervelet, du tube digestif, dans le système dentaire, ne permettent aucun rapprochement avec les Primates. Et le caractère « quadrumane », qu'on avait invoqué jadis pour ce rapprochement tout artificiel, n'est qu'une convergence fortuite traduisant simplement la persistance d'une très ancienne (et sans doute primitive) adaptation arboricole.

*
* *

Les types de Lémuriens disparus manifestent bien ce vaste rayonnement adaptatif dont nous venons de parler. Ils comprennent des types, non seulement arboricoles, mais encore fouisseurs, et peut-être même aquatiques.

Certaines espèces avaient de très fortes dimensions. Les *Megaladapis* atteignaient la taille d'un veau ; les *Bradylemur* et les *Palæopropithecus* celle d'un gros chien ; enfin l'*Archæoindris* était plus grand qu'un homme.

A côté de ces grandes formes, on rencontrait des Lémuriens de taille modeste (*Lemur jullyi, Lemur insignis, Archæolemur majori*, etc.), enfin, un genre particulier, paraissant le plus élevé en organisation des Lémuriens, l'*Hadropithecus*, dont un crâne incomplet figure au Muséum de Vienne (Autriche) et a été étudié, en 1901, par le Dr Lorenz-Liburnau. Un autre très beau crâne de cette espèce a été tout récemment découvert près d'Ankazoabo, et figure dans les collections de l'Académie malgache à Tananarive.

Comme nous l'avons dit, ces formes devaient avoir des habitudes très diversifiées : les *Megaladapis*, animaux puissants et lourds étaient herbivores et mangeurs de racines ; ils étaient certainement fouisseurs, ou tout au moins gratteurs de sol, à la manière des Suidés. Les Paléopropithèques, également puissants et lourds, vivaient peut-être dans l'eau, à la manière des Loutres, comme Standing l'avait déduit de la structure de leurs membres antérieurs, opinion corroborée par l'étude de leurs os nasaux. Enfin, les Archoïndris devaient, dans la forêt malgache, jouer un rôle analogue à celui que tiennent les Gorilles dans la forêt équatoriale africaine.

*
* *

Les causes de la disparition de ces grands Lémuriens ont été les mêmes que pour les Animaux que nous avons auparavant étudiés. Mais, il faut noter que pour eux, plus encore que pour toutes autres espèces, le déboisement a été un facteur décisif et déterminant.

C'est dire que cette disparition a eu l'homme pour témoin : à vrai dire elle paraît avoir précédé quelque peu, celle des Æpyornis et des Hippopotames. Mais, enfin, ces grands Lémuriens existaient encore du temps de Flacourt.

« *Tretretretre* ou *Tratratratra*, écrit celui-
« ci (1), c'est un animal grand comme un veau
« de deux ans, qui a la teste ronde, et une face
« d'homme : les pieds de devant comme un
« singe, et les pieds de derrière aussi. Il a le poil
« frisotté, la queue courte, et les oreilles comme
« celles d'un homme. Il ressemble au *Tanacht*,
« descrit par Ambroise Paré. Il s'en est veu un
« proche l'estang de Lipomami aux environs
« duquel est son repaire. C'est un animal fort
« solitaire, les gens du païs en ont grand peur,
« et s'enfuient de luy, comme luy aussi d'eux ».

Nous avons dit la grande confiance que méritait Flacourt, la véracité et la précision de ses observations. Il faut ajouter qu'il écrivait plus de cent ans avant Buffon, et que les seuls naturalistes qu'il ait pu consulter, Gesner et Aldrovande, *ne connaissaient* pas les Lémuriens. Nous ne savons pas très bien, d'autre part, ce que pouvait être le *Tanacht*, d'Ambroise Paré, dont aucun zoologiste n'a parlé. Flacourt a donc pris ses comparaisons où il a pu. Il faut penser que, s'il n'a pas vu lui-même le *Tretretretre*, du moins, il a eu sur cet animal des renseignements précis et concordants, venant de sources diverses. Il n'y a pas à douter qu'il s'agisse d'une des grandes espèces de Lémuriens disparus, et il nous paraît probable que

(1) Flacourt, *loco citato*, Ed. 1661, p. 154.

l'animal décrit par Flacourt était l'*Archæoindris*.

*
* *

Les Carnassiers malgaches méritent de nous arrêter aussi un instant. Madagascar n'a pas et n a jamais eu de grands fauves. Les espèces sociales de Solipèdes (Zèbres) ou de Ruminants (Antilopes, Girafes, etc.), qui peuplent aujourd'hui l'Afrique, n'ont point envahi Madagascar, déjà séparé du Continent africain, lorsque cette faune de savanes s'y est constituée. Les grands fauves, complément naturel des herbivores, sociaux dont ils vivent, n'ont donc pas non plus envahi la grande île, où, du reste, ils n'auraient pu vivre en l'absence de proies appropriées.

Le seul grand carnassier de Madagascar est le *Fosa* (prononcez : Fouche), en latin *Cryptoprocta ferox*, sorte de chat plantigrade, à affinités tertiaires, très voisin de l'*Ailurictis* des Phosphorites du Quercy. Des débris attribués à ce dernier animal ont été retrouvés à Madagascar, dans le Quartenaire d'Ampazimbazimba, et L. Joleaud, qui les a étudiés (1), estime non sans vraisemblance que peut être l'*Ailurictis* pourrait survivre en quelques coins reculés des forêts malgaches. Joleaud estime que ce pourrait être l'animal que les Antankarana du nord de Madagascar (Diégo-Suarez) appellent *Kavahy*. Mais nous avons pu nous assurer que le *Kavahy* est identique au *Fosa*. Plus volontiers penserions-nous au *Fosa mainty* (Fosa noir) qui a été signalé dans le nord de l'île, du Tsaratanana à Maroantsetra, et même dans la forêt de l'Est ; on ne connaît pas encore scientifiquement cet animal, très rare et très farouche, d'ailleurs. Mais, il semble bien que ce ne soit pas seulement une variété mélanique du *Cryptoprocta ferox*.

Dans les gisements subfossiles de Madagascar, on retrouve le Cryptoprocte, sous une forme plus grande que le type actuel ; forme que G. Grandidier a appelée *G. ferox spelaea*. Aujourd'hui, d'ailleurs, il y a de grands et de petits Fosas ; mais ils appartiennent à la même espèce (bien que les indigènes les distinguent) et il s'agit, là encore, d'un de ces cas de dimorphisme typique, que nous avons déjà rencontrés chez l'Hippopotame.

*
* *

Il faut, enfin, mentionner un animal énigmatique, encore inconnu, et cité pour la première fois par C. Le Barbier (2) dans la région de Ranohira (plateaux grèseux de l'Isalo, à l'Est d'Ihosy), c'est l'*Habeby*. Cet animal paraît bien exister réellement, ou tout au moins avoir existé à une date tout à fait récente. Mais, il inspire aux indigènes une superstitieuse terreur, et fait en tout cas l'objet d'un *fady* (tabou) très puissant. Il est inutile d'essayer de s'en procurer un échantillon ; à peine peut-on avoir des renseignements, avec beaucoup de précautions, par des indigènes sûrs, et pris à part. Même ainsi, hors de la présence de leurs camarades, seuls avec le blanc en qui ils ont confiance, on sent qu'ils parlent de l'*Habeby* avec répugnance, avec crainte, parfois avec une épouvante véritable.

Les renseignements donnés se recoupent d'ailleurs parfaitement entre eux, comme avec ceux de C. Le Barbier. L'*Habeby* est un carnassier extrêmement féroce, de la taille d'un mouton, de couleur blanche, avec la tête noire ou foncée.

Il semble confiné dans les solitudes immenses de l'Isalo couvertes de forêts clairsemées de Tapias (*Uapaca clusiacea*), inhabitées et qui sont elles-mêmes, en grande partie frappées d'un *fady* rigoureux.

Pour se procurer un *Habeby*, il serait nécessaire de camper plus ou moins longtemps sur l'Isalo, — en saison des pluies — de manière à pouvoir repérer l'animal par son pied, et une fois ses habitudes connues lui tendre des pièges ou dresser un affût. C'est une entreprise fort malaisée, parce qu'elle demanderait un laps de temps qu'aucun des européens habitant Madagascar ne peut lui consacrer ; et aussi parce que les indigènes porteurs refuseraient sans aucun doute d'accompagner un *Vazaha* (blanc) dans une région *fady* (défendue).

Quoi qu'il en soit, mes recherches (trop rapides) sur les bords de l'Isalo, ne m'ont permis ni de voir, ni de me procurer l'animal. Mlle Basse, qui a récemment levé la carte géologique d'une partie du pays Bara a obtenu les mêmes résultats négatifs.

C'est probablement l'*Habeby* qui est désigné par Flacourt sous le nom d'*Antamba*. « C'est, « écrit Flacourt, une beste grande comme un « grand chien, qui a la teste ronde, et, au « rapport des Nègres, elle a la ressemblance « d'un Léopart ; elle dévore les hommes et les « veaux. Elle est rare et ne demeure que dans « les lieux de montagnes les moins fréquentés ».

On a rapporté parfois ce passage au Fosa. Mais le Cryptoprocte, qui se nourrit surtout de Lémuriens n'a jamais attaqué les Veaux, encore moins les hommes ; et les naturels ne pouvaient l'ignorer. De plus, le Fosa n'est pas rare aux environs de Fort-Dauphin, et, du temps de Flacourt, il y devait être commun. Enfin, Flacourt l'a fort explicitement décrit, deux pages avant l'Antamba, sous le nom de *Farassa*.

L'*Habeby* reste encore une des énigmes zoologiques de Madagascar.

(1) Cf. *Bull. Soc. zool. de France*, 1924, p. 10.

(2) *Bull. de l'Académie malgache*, 1916-17 (1922), p. 153, et 1918-19 (1921), p. 22.

IV. — Légendes et animaux légendaires.

Jusqu'ici nous sommes demeurés sur le terrain de la zoologie ; il nous faut entrer maintenant sur celui du Folklore, et chercher — le cas échéant — le substratum zoologique (ou autre), le fait mal interprété qui, presque toujours, peut être situé à l'origine d'une croyance populaire. Nous pourrons résoudre ici quelques-uns de ces problèmes. Mais, il en est d'autres qui resteront posés, sans qu'on puisse encore entrevoir la possibilité même d'une solution rationnelle.

La plupart des populations malgaches ont une croyance ferme dans l'existence de petits êtres, — quelque chose comme nos farfadets et nos lutins. Ces êtres légendaires sont nommés, suivant les régions *Kalanoro* (prononcez : Kalanoure) ou *Kotokely* (prononcez Koutekèle) ; ou encore *Bibyolona* (prononcez : Bibyouloune).

Dans l'Ouest, le Kalanoro passe pour vivre dans les lacs et les étangs, parmi les fourrés de roseaux. Il a une douce voix de femme ; il sort le soir, au crépuscule ; et si on le rencontre, il vous demande du tabac, ou toute autre chose saugrenue. Après quoi, il vous attire vers le lac, où vous disparaissez avec lui. Il a la taille d'un petit homme de moins d'un mètre de haut ; il marche debout, *mais ses pieds sont tournés en sens inverse de la direction de sa marche* (*sic*). Il n'a que trois doigts aux pieds, est nu, couvert de longs cheveux, et mange du poisson et des choses crues.

Ainsi, le dépeignent les Sakalaves de la Betsiboka, du lac Kinkony, et des régions de l'Ouest de Madagascar, en général, où il y a des étangs et des lacs. On retrouve cette légende, plus ou moins déformée, chez les Bara, les Betsimisaraka (dans la grande forêt de l'Est), les Antakarana, les Tsimihety, etc... Les auteurs en ont, du reste parlé, tels G. Grandidier dans son *Ethnographie de Madagascar*, et les Folkloristes Kirby, Dandouau, etc...

Il convient maintenant d'essayer de donner une interprétation de cette légende. M. Perrier de la Bâthie, auquel il faut toujours revenir lorsqu'on parle de Madagascar, nous a dit avoir vu des traces de Kalanoro, qui lui avaient fait voir des Sakalaves de la Betsiboka. C'étaient des traces de Crocodile *en voyage*.

Cet animal, en effet, pendant la saison des pluies, s'écarte bien volontiers des rivières, et fait parfois de grandes randonnées dans l'intérieur des terres. Son allure, à ce moment, est très spéciale : il se dresse sur ses pattes en soulevant tout son corps, en laissant à peine traîner sa queue par terre. L'aspect du saurien est alors tout à fait singulier : il semble, pour ainsi dire, faire le gros dos. Ses traces, dans ces conditions, diffèrent sensiblement de celles qu'il laisse d'habitude, quand il rampe et qu'il couche les herbes et tous les végétaux sur son passage. C'est ce qui a causé l'erreur des Malgaches, qui ne pouvaient se résoudre à attribuer au crocodile des traces si différentes de ses traces habituelles. Dressé, le crocodile peut prendre une allure fort vive. Nous avons un jour surpris un Crocodile à une centaine de mètres d'une rivière, qu'il a littéralement regagnée *au galop*, nous offrant le spectacle de l'allure indiquée ci-dessus. Nous n'avons pas besoin d'ajouter que, même dans ce cas, ses pieds sont orientés, comme d'habitude, dans le sens de sa marche.

Il paraît, en tout cas probable, que la tradition des Kalanoro tire en partie son origine du souvenir persistant des grands Lémuriens disparus dont nous avons parlé. L'attitude tout humaine des Propithèques actuels, par exemple, montre bien que des êtres plus grands ne pouvaient manquer de susciter, dans l'esprit des indigènes, une idée évidente d'anthropomorphisme.

*
* *

Enfin, il nous faut parler de l'animal légendaire par excellence de Madagascar, le *Tsongomby*, nom qu'il faut plus correctement décomposer ainsi : *Tsy-Omby-Omby*, c'est-à-dire le Bœuf qui n'est pas un Bœuf.

C'est le même que le *Mangarysaoka* des Antanosy ; c'est l'animal, enfin, décrit sous le nom de Mangarsahoc, par Flacourt (1).

« *Mangarsahoc*, c'est une beste fort grande,
« qui a le pied rond comme un cheval et les
« oreilles fort longues; quand elle descend d'une
« montagne, elle a de la peine à voir devant
« elle à cause que ses oreilles luy cachent les
« yeux ; elle fait un grand cry, à la façon d'un
« asne. Je crois que ce peut estre un asne sau-
« vage. Il y a une montagne à vingt lieues du
« Fort-Dauphin, que les François ont nommée
« *Mangarsahoc*, du nom de cet animal, y en
« ayans autres-fois ouy crier un. »

L'histoire du *Tsongomby* est partout la même, et sa description ne varie point : il est de la grosseur d'un petit cheval et ressemble à un mulet. Il a les oreilles grandes, pendantes ; il a un cri terrible, et se précipite sur les gens, qu'il dévore.

Il habite les forêts profondes, où il ronge l'écorce des arbres. Il fréquenterait surtout les bois où il y a des bambous (Sakalaves du Menavava). Il était commun, autrefois, mais l'arrivée des blancs l'a fait se cacher. Pour les Mahafaly du Manampetsa, au sud de Tuléar, *c'est le Tsongomby qui a pondu les gros œufs qui se trou-*

(1) Flacourt, *loco citato*, p. 154. *Mangary-saoka*, littéralement : dont les oreilles cachent le menton.

vent parfois dans le sable (œuf d'Æpyornis) (*sic*).

L'histoire est la même partout, avec des variantes insignifiantes, et elle est générale dans toute l'Ile. Cette unanimité ne laisse pas que d'être troublante, car une constance semblable recouvre, d'ordinaire, un fait réel. Mais les recherches et les vérifications ne donnent aucun résultat, et aucun naturaliste n'a jamais vu un *Tsongomby* ni un débris de *Tsongomby*. En 1900, des Sakalaves vinrent prévenir M. Perrier de la Bâthie qu'un Tsongomby voulait dévorer ses travailleurs. Le distingué explorateur partit sur-le-champ, fit deux jours de marche sous une pluie battante, et ne vit rien, sinon quelques vagues traces, effacées par la pluie, et qui avaient pu, me dit-il, être faites par n'importe quelle bête. De même des Betsimisaraka d'Antalaha racontaient, en 1912, qu'un Tsongomby avait été tué par un indigène deux années auparavant et que l'on trouverait sans doute les os en place. M. Perrier de la Bâthie se rendit aussitôt sur les lieux, mais ne trouva rien.

Dans un de ses voyages dans le sud de Madagascar, M. Humbert a recueilli l'information qu'un Tsongomby femelle aurait été tué par un Européen — un M. Bunnell, — entre 1905 et 1910.

Toutes mes tentatives pour éclaircir ce renseignement sont restées sans résultat.

Ajoutons que dans aucun gisement subfossile de l'île, on n'a jusqu'ici retrouvé le moindre débris attribuable au mystérieux *Tsongomby*. Ces gisements ont livré des Æpyornis, des Hippopotames, des Bœufs (1), de Grands Lémuriens, des Carnassiers, quelques débris énigmatiques que certains rapportent à des Edentés, mais aucun Equidé, aucun Ruminant autre que le Bœuf, aucun Giraffidé enfin, car l'histoire du *Tsongomby* fait invinciblement songer à celle de l'Okapi du Congo belge.

Jusqu'ici, les investigations des chercheurs sont restées entièrement infructueuses. Nous-même, aidé de notre personnel français et indigène, n'avons obtenu aucun résultat positif. Cependant, presque tous les Malgaches pensent que le *Tsongomby* est un animal véritable, et non point un *Lolo*, (génie) — comme certains le pensent du *Kalanoro*.

Madagascar a été, depuis trente ans, tellement parcouru, qu'il paraît bien invraisemblable qu'un animal de ce genre, s'il existe réellement ait passé inaperçu.

Cependant, l'histoire de l'Okapi doit faire réfléchir. Et il existe encore certains districts forestiers de Madagascar, inhabités, presque inexplorés (notamment dans la presqu'île de Masoala, ou au Nord-Ouest de Maroantsetra) qui pourraient bien recéler un animal de ce genre. Qu'on n'oublie pas, en effet, qu'en forêt, un blanc ne peut, pratiquement, approcher aucun animal craintif. Car, quelles que soient ses précautions, il ne peut marcher sans faire de bruit. La faune forestière ne pourra lui être révélée que par l'indigène (qui vit nu), ou par des méthodes spéciales (pièges, affûts, chasse à la lanterne) nécessitant un séjour prolongé en forêt, toujours pénible, et souvent malsain.

D'autre part, le déboisement progressif de Madagascar a fort bien pu faire disparaître le *Tsongomby*, si celui-ci a jamais existé. Cette étude se termine donc sur un point d'interrogation. Il n'est pas d'ailleurs sans intérêt de montrer combien nos Colonies, mêmes réputées les mieux connues, recèlent encore de mystères et de problèmes à résoudre, malgré le zèle et l'activité des naturalistes et des voyageurs.

(1) La question de l'origine des bœufs à Madagascar est fort intéressante, mais fort difficile. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'il existe aujourd'hui encore, dans l'Ouest, des bœufs sauvages appelés *Baria* par les indigènes, qui sont différents des zébus ordinaires du pays (eux-mêmes voisins des Bœufs Gallas, et originaires d'Afrique). Mais l'identité de ces *Baria* avec les Bœufs subfossiles de l'île est — bien que très probable — encore à établir.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématique

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Février 1931). — *Algèbre.* M. *Chevalley* établit le théorème suivant : Soient k un corps de nombres algébriques, et K une extension quelconque de k. S'il n'y a entre k et K aucun surcorps abélien non ramifié de k, le nombre des classes de K est divisible par celui de k.

Théorie des ensembles. Après avoir rappelé les définitions d'ensemble d'accumulation H d'une collection d'ensemble, au sens de Janiszewski, et d'ensembles limites L_J et L_V au sens de Janiszewski et de F. Vasilesco, MM. *Georges Durand* et *Gaston Rabaté* énoncent le théorème suivant : étant donnée la suite d'ensembles E_1, ..., E_p ..., pour que L_V existe il faut et il suffit que L_F et H soient identiques; et alors $L_V \equiv L_J$.

Théorie des fonctions. 1. M. *Georges Valiron* établit une propriété générale de la distribution des valeurs d'une fonction méromorphe $f(z)$; cette propriété résulte d'un

théorème fondamental utilisé par l'Auteur dans l'étude des directions de Borel. Les résultats obtenus mettent en évidence une certaine homogénéité de la distribution asymptotique des valeurs de $f(z)$ dans chaque direction d'ordre non nul.

2 et 4. M. *Georges Calugaréano* cherche á généraliser un théorème de M. Borel sur les fonctions méromorphes, en étudiant la convergence ou la divergence des séries du type $\Sigma \frac{\nu}{T(r_\nu)}$ (les r_ν étant les modules des zéros de $f(x)-z$). M. *Georges Valiron* reprend la question qu'il rattache à ses travaux antérieurs.

3. M. *L. Tchakaloff* poursuit ses recherches sur le théorème des accroissements finis. Soit une fonction $p(x)$, >0 dans (a, b), et telle que $\int_a^b p\,dx$ ait une valeur finie; soit C_k la classe des polynomes réels orthogonaux à p dans (a, b) et de degré $\leqslant k$. L'Auteur dit que (α, β) est minimal par rapport à C_k si tout polynome de C_k s'annule au moins une fois dans (α, β), et s'il y a des polynomes de C_k qui ne s'annulent pas dans $(\alpha+\varepsilon, \beta)$ ou dans $(\alpha, \beta-\varepsilon)$. Cela étant, il montre notamment qu'à C_{2n-1} correspond un seul intervalle minimal et qu'à C_{2n-2} en correspondent une infinité.

Analyse. 1. M. *G. Lalan* montre que les composantes contre-variantes de la dérivée intérieure de la densité tensorielle associée au tenseur d'ordre mT sont, au coefficient près $(-1)^{m-1}$, égales aux composantes covariantes de la dérivée extérieure du tenseur supplémentaire de T.

2. Soit une matrice, dont les éléments $(g, h=1, \varphi_{gh}$ $\ldots, n)$ satisfont aux conditions $0 \leqslant \varphi_{gh} \leqslant 1$ et $\sum_{h=1}^{m} \varphi_{gh} = 1$, M. *V. Romanovsky* donne une série de propriétés relatives aux racines de l'équation caractéristique de cette matrice.

3. M. *Jean Capoulade* étend aux domaines de révolution les résultats obtenus par M. Bouligand pour la fonction de Green d'un domaine de révolution.

4. M. *Jean-Pierre Robert* étend aux fonctions n-métaharmoniques les formules limitées de médiation qu'il avait établies précédemment pour les fonctions pourvues de laplaciens itérés jusqu'à un certain ordre.

5. Si l'on ne fait aucune hypothèse sur la fonction continue $f(x, y)$, les points de Peano de l'équation $y'=f(x, y)$ peuvent couvrir tout un domaine; mais si l'on se restreint au cas où l'intégrale issue de tout point d'un domaine est unique du côté droit, on peut obtenir, comme le montre Mlle *Marie Charpentier*, des résultats précis sur l'ensemble des points de Peano; par exemple, toute ligne de Peano est alors une intégrale.

6. M. *Georges Giraud* considère un système d'équations aux dérivées partielles du type elliptique, à plusieurs variables et avec des conditions à la frontière de forme très générale. Il montre comment on peut définir un système élémentaire principal de solutions, et comment on peut résoudre les équations proposées grâce à un système d'équations de Fredholm.

Géométrie. 1. M. *P. Vincensini* recherche les surfaces auxquelles on peut rattacher, perpendiculairement à leurs plans tangents, des congruences arbitrairement déformables avec ces surfaces et avec conservation des longueurs des surfaces focales. Il est ramené aux surfaces spirales.

2. M. *A. Buhl* montre qu'on peut associer à toute surface une infinité d'autres, formant un système d'ondes et sur lesquelles un conoïde droit découpe des aires réalisant l'invariance d'une certaine intégrale. Il interprète la signification physique de ce résultat.

3. M. *V. Lalan* donne diverses propositions relatives aux longueurs d'arcs des courbes de poursuite.

4. M. *Paul Delens* exprime sous une forme très simple les tenseurs, vecteurs et scalaires fondamentaux associés aux éléments différentiels du second ordre d'une congruence de courbes : ce qui lui permet de généraliser les résultats obtenus par M. Weatherburn et par lui-même.

Théorie des vecteurs. 1. Sur une surface donnée, définie par des tenseurs fondamentaux, ou sur l'ensemble de ses déformées, M. *J. Doubnoff* envisage un réseau $\alpha\varphi\beta$ $du\,\alpha\,du\,\beta=0$, et il recherche si ce réseau appartient à une classe donnée de réseaux (réseaux isothermiques, réseaux de Tchebichef, ...). Supposant ensuite la surface invariable, il forme les conditions supplémentaires qui expriment que la surface appartient à une classe donnée.

2. Dans une seconde Note, le même Auteur considère une congruence rectiligne comme définie par certains tenseurs fondamentaux, et il forme les conditions que doivent remplir ces tenseurs pour que la congruence appartienne à une classe donnée.

Cinématique appliquée. 1 et 2. Les mécanismes usuels de roulement à billes permettent de réaliser le mouvement de rotation d'un système de révolution par rapport à un autre, coaxial; mais ils présentent un inconvénient dans le mouvement : les billes tendent à se rejoindre et à frotter les unes sur les autres. M. *F. E. Myard* indique un mécanisme très simple qui permet de réaliser la rotation relative des deux corps en n'utilisant que des mouvements de roulement. M. *J. Haag* observe que sa Note contient une inadvertance de calcul, qui, d'ailleurs, ne diminue en rien son intérêt; et M. *d'Ocagne* confirme à ce propos que le dispositif imaginé par M. Myard a pu être réalisé en pratique d'une manière absolument correcte.

Mécanique. A propos de la communication récente de M. Charron sur le pendule de Foucault, M. *de Sparre* observe que, pour les expériences faites avec un petit pendule a lieu de tenir compte de l'influence de l'angle d'écart initial et de son orientation sur la vitesse de rotation du plan d'oscillation.

Hydrodynamique. 1. M. *Basile Demtchenko* considère deux cas typiques de cavitations produites par le mouvement des solides : celui de la mise brusque en mouvement d'un solide au repos, et celui où, la vitesse du solide étant uniforme, la pression à l'extérieur diminue brusquement. Il étudie la distribution des accélérations et des pressions, et donne à ce sujet des résultats numériques.

2. Comme le remarque M. *Georges Bouligand*, il existe pour un liquide (moyennant des vitesses initiales convenables), des mouvements intermédiaires entre l'état de continuité et celui de la dissémination totale. Il complète pour ces mouvements les résultats d'une de ses Notes précédentes.

Astronomie. 1 et 2. M. *Benjamin Jekhowsky* simplifie la formule qui détermine l'orientation du grand cercle de recherche des astéroïdes. Puis, dans une seconde Note, il donne une formule très simple qui permet, à chaque instant, et avec une seule observation de calculer exactement la valeur de $d\delta : d\alpha$, si importante pour l'identification des petites planètes.

3. M. *Ch. Volet* observe que lorsqu'on possède sur une étoile double des observations suffisamment nombreuses et précises, il est préférable d'appliquer la méthode des moindres carrés, non pas à l'angle de position comme on

le fait d'habitude, mais aux coordonnées rectangulaires. Il donne ensuite les formules que l'on doit appliquer suivant ce point de vue.

Calcul des probabilités. M. *Paul Lévy* donne des formules qui permettent d'évaluer la probabilité dont dépend la valeur maximum du gain au cours des n premiers coups d'une partie de pile ou face.

René Garnier.

Physique du Globe

Recherches sur les détonations de nature inconnues, précédant ces perturbations atmosphériques et solaires. — Dans l'après-midi du 16 février 1931, entre 15 h. 30 et 16 h. 30, j'entendis à Bordeaux, des détonations lointaines et puissantes, paraissant provenir de la région de l'Océan. Ces détonations ressemblaient à des décharges d'artillerie ou à des explosions de mines, elles se succédaient avec des intensités variables à des intervalles assez réguliers de 3 à 4 minutes, dans une atmosphère calme et brumeuse.

D'autre part, d'après nos observations solaires du 15 et du 17 février, il semble fort probable qu'un gros foyer solaire prit naissance dans la région Est de l'astre, précisément dans l'après-midi du 16 février. Ce foyer composé de taches multiples et de plages faculaires importantes, prit rapidement une grande extension et devint visible à l'œil nu, pendant les jours suivants. Il fut en évolution et en transformations continuelles, et ces troubles électriques et magnétiques commencèrent à se manifester dès ce moment, tandis que la pression atmosphérique subissait une rapide dépression.

D'importantes perturbations atmosphériques me furent ensuite signalées dans l'Europe entière, elles furent accompagnées de tempêtes, de pluies très abondantes, de chutes de neige et d'inondations dans un grand nombre de localités. Ces perturbations atmosphériques et électromagnétiques persistèrent pendant une dizaine de jours, elles ne cessèrent qu'après la disparition du foyer solaire au bord Ouest de l'astre, qui eut lieu du 25 au 26 février. Les détonations atmosphériques perçues au début de ces troubles ne furent du reste plus entendues pendant la durée des perturbations.

J'avais déjà eu l'occasion de signaler à diverses reprises, depuis une quinzaine d'années, à la Société astronomique de Bordeaux ainsi qu'à celle de Paris, des détonations entendues dans des circonstances semblables aux précédentes.

Du reste, des observations analogues ont été faites depuis longtemps déjà dans de nombreuses localités telles que : le Golfe du Bengale, le Brésil, la Colombie, la Syrie, l'Allemagne, la Bohême, l'Italie et la mer du Nord. Ces détonations ont été désignées en Angleterre sous le nom de « Barisl Guns », et en Belgique sous celui de « Mist Qœffers ». Toutefois, il est regrettable, que ces diverses observations n'aient pas été accompagnées d'autres remarques relatives à l'état de l'atmosphère et du soleil. Cependant divers observateurs remarquèrent que pendant ces mystérieuses manifestations l'atmosphère était calme ainsi que la mer et qu'on ne constatait généralement pas d'effets orageux.

Ce phénomène fut observé dans les régions les plus diverses, telles que celles voisines de la mer, des massifs montagneux, des exploitations minières. Les observateurs leur ont attribué des origines les plus diverses telles que terrestres, sismiques, atmosphériques et électriques sans qu'il ait été encore possible de les préciser davantage.

Les détonations entendues à Bordeaux le 16 février, furent généralement attribuées à des tirs d'artillerie au camp de Souse où ont lieu de fréquentes manœuvres militaires. Désireux d'être renseigné avec plus de précision sur ce point important, je m'en informais le jour même auprès de la Direction de l'Etat-Major de la 18e région. Après une minutieuse enquête, l'Etat-Major m'annonça le 4 mars suivant, qu'il n'avait été exécuté aucun tir d'artillerie dans la région, pendant la journée du 16 janvier 1931 et qu'aucun exercice de bombardement n'avait été exécuté ce jour-là aux centres d'aviation de Cazaux et d'Houtin ; enfin, que la destruction par explosifs n'avait pas eu lieu au port autonome ou à Pauillac, mais que par contre, des tirs d'artillerie avaient été exécutés entre 13 h. et 16 h. les 14 et 29 janvier, et le 24 février 1931.

Il résulte de cette enquête que les détonations signalées le 16 février ne peuvent vraisemblement être attribuées à des causes connues. Il semble cependant probable d'après nos diverses observations, que la cause mystérieuse de ces explosions peut être rapprochée de celle des troubles électromagnétiques se manifestant également lors de la formation des foyers solaires importants et précédant de profondes perturbations atmosphériques.

De nouvelles observations plus complètes permettront sans doute de mieux préciser la cause de ces singulières manifestations naturelles.

Albert Nodon.

Chimie physique

Constitution chimique et effet Raman. — Le phénomène d'optique découvert, en 1928, par le physicien hindou Raman apparaît comme très important tant par les problèmes que pose son interprétation théorique que par les renseignements que son étude semble susceptible de fournir sur la constitution des molécules. De nombreux laboratoires de Chimie ont entrepris l'étude systématique des renseignements que l'effet Raman peut apporter sur la constitution chimique des composés et nous voudrions mentionner ici les résultats obtenus récemment, d'une part par MM. Bourguel et Daure et, d'autre part, par MM. Lespiau et Bourguel (*Bulletin de la Société Chimique de France*, décembre 1930).

1. Rappelons que l'effet Raman est un effet secondaire de la diffusion de la lumière par les molécules des milieux transparents. Ces milieux, même « optiquement purs », traversés par un faisceau lumineux, deviennent le siège d'une émission de lumière observable en particulier dans une direction normale au faisceau incident.

L'analyse spectrale de la lumière ainsi émise par un milieu non fluorescent éclairé par de la lumière monochromatique de fréquence N_0 montre :

a) Un phénomène principal : émission de lumière de fréquence N_0 ;

b) Un phénomène secondaire : émission de radiations différentes de celles du faisceau incident et notablement moins intenses. Les fréquences de ces radiations nouvelles ont pour valeur :

$$N_0 \pm n_1,\ N_0 \pm n_2 \ldots N_0 \pm n_p$$

Les termes n_1, n_2, n_3, n_p sont indépendants de N_0, et caractéristiques du milieu ; on les appelle fréquences caractéristiques du milieu, ou fréquences Raman et on les exprime en nombre d'ondes par centimètre ou par millimètre.

Les raies de fréquence supérieures à N_0, telles que $N_0 + n$, sont appelées raies positives ; les raies de fréquence inférieures à N_0, telles que $N_0 - n$, sont les raies négatives. Au point de vue chimique, les raies négatives seules of-

frent de l'intérêt, car leur intensité ne dépend pas de leur place; au contraire celle des raies positives décroît très rapidement quand n croît.

Les raies Raman sont relativement peu nombreuses tant que les milieux sont simples; leur nombre croît au fur et à mesure que croît la complexité de la molécule; il semble bien qu'elles ne forment pas de séries.

Elles sont faciles à produire car toutes les radiations, même celles du domaine des rayons X, provoquent leur apparition. Il est particulièrement commode d'employer comme radiation excitatrice les radiations 4066,6 et 4358,3 de l'arc au mercure, qui sont fortes et dont l'émission secondaire se produit en général dans une région spectrale où le mercure n'a que des raies très faibles, moins intenses que les raies à étudier.

L'effet Raman est faible; mais cet inconvénient se corrige facilement par l'emploi de poses de durée adaptée à l'intensité du phénomène.

Il se produit dans tous les milieux transparents, gazeux, liquides, solides; les liquides sont évidemment d'un emploi plus facile.

Enfin, dans les mélanges sans association moléculaire, les spectres des différents corps se superposent, les intensités respectives étant proportionnelles aux densités moléculaires.

Les fréquences caractéristiques de l'effet Raman mesurent l'énergie mise en jeu par les vibrations des atomes ou des groupes d'atomes à l'intérieur de la molécule et elles correspondent aux fréquences d'absorption de la molécule dans l'infra-rouge. Quand un photon de lumière incidente de fréquence N_0 transportant l'énergie nN_0, rencontre une molécule, une des liaisons entre atomes entre en vibrations et absorbe une partie hn_p de l'énergie; le reste $h(N_0 - n_p)$ étant rémis sous forme d'une radiation de fréquence $N_0 - n_p$. En sorte que des fréquences n_p sont caractéristiques des liaisons chimiques.

2. Les mesures faites par MM. Daure et Bourguel sur les composés acétyléniques permettent d'établir les résultats suivants :

a) La liaison C≡C en bout de chaîne est caractérisée par une raie forte de fréquence très voisine de 2120;

b) La fréquence de la raie acétylénique augmente et se tient entre 2200 et 2300 quand la triple liaison n'est plus à l'extrémité d'une chaîne.

c) La liaison hydrogène acide-carbone triplement lié se caractérise par une raie faible de fréquence 3310.

d) Une raie assez forte 3375 caractérise la liaison ≡CC—(H^3).

e) Dans les composés aromatiques, la liaison noyau-chaîne latérale correspond à une raie assez forte, de fréquence moyenne 1200; cette fréquence subirait le contre-coup des substitutions sur la triple liaison voisine, dans le cas des composés à chaîne acétylénique.

3. Les recherches de MM. Lespiau et Bourguel sur les composés éthyléniques ont fourni des drsultats également très intéressants :

a) Des composés polyéthyléniques ont plusieurs raies dans la région 1600 quand les doubles liaisons sont de natures différentes (chaîne ouverte et chaîne fermée);

b) La substitution d'un H d'une double liaison par un CH^3 augmente la fréquence de la raie éthylénique, mais l'augmentation est beaucoup plus faible que dans le cas des triples liaisons;

c) L'existence des doubles liaisons conjuguées semble se signaler par un renforcement simultané des raies des deux liaisons;

d) La comparaison des spectres de trois isomères, le phényltriméthylène, l'allyl et le propénylbenzène, indique que le premier de ces carbures possède sans aucun doute un noyau en C^3. A. Bc.

Electrochimie

Sur la protection des métaux contre la corrosion. — La théorie électrochimique de la corrosion des métaux a conduit les métallurgistes à la fabrication d'alliages homogènes pour éviter l'action nuisible des couples locaux.

Cependant la différence de concentration en oxygène des solutions salines neutres ou légèrement basiques provoque des différences de potentiel (0,2 à 0,4 volt) susceptibles de causer des corrosions importantes qui sont indépendantes de la constitution du métal.

MM. Hergoz et Chaudron (*Bulletin de la Société Chimique de France*, janvier 1931) ont constaté que l'on peut empêcher, dans certains cas, la formation de ces éléments de piles en ajoutant à la solution susceptible de produire la corrosion des corps ayant un effet tampon, ce qu'on peut obtenir, par exemple, en ajoutant du phosphate de sodium à la solution qui produit la corrosion.

D'autre part, on sait que le débit d'une pile diminue rapidement en l'absence d'un dépolarisant, corps oxydant destiné à brûler l'hydrogène produit par le fonctionnement de la pile. Les auteurs ont donc pensé qu'on réduirait la corrosion en réduisant l'oxydation par l'oxygène dissous dans la solution de l'hydrogène ou du sodium que produit le fonctionnement de la pile.

Ils ont songé tout naturellement à faire intervenir les actions anti-oxygène, découvertes par Ch. Moureu et Ch. Dufraisse, qui ont donné déjà, dans les domaines les plus divers, tant de résultats intéressants. Aussi ont-ils pensé que les corps anti-oxygène pourraient empêcher la dépolarisation donc, protéger les métaux. Ceci expliquerait bien les effets des cyanures et des sulfures.

D'autre part, l'eau oxygénée qui se forme en l'absence des corps antioxygènes est un agent de dépolarisation énergique; on peut en atténuer ou annuler les effets au moyen de corps capables de fixer ou de détruire l'eau oxygène, une classe de composés pouvant favoriser la oxygénée. On a donc là, en l'absence d'un corps anti-polarisation, c'est-à-dire la protection. A. Bc.

Statistique

Une suggestion pour la bibliographie scientifique. — Dans l'article qu'il consacre à la coopération internationale en géodésie (*Bulletin géodésique*, n° 26), M. William Bowie, président de la Section de géodésie de l'Union internationale de Géodésie et de Géophysique propose de confier à un organe international la publication de la bibliographie géodésique. Les organisations géodésiques des différents pays seraient chargées d'établir les analyses des mémoires de leurs propres nationaux et les fourniraient au *Bulletin*, à l'organisme international.

Nous sommes heureux de voir cette suggestion, déjà présentée à notre connaissance par M. B. Baillaud à la Commission de bibliographie de l'Union Astronomique, faite de nouveau par une autorité internationale aussi haute que M. William Bowie. La bibliographie scientifique est une charge extrêmement lourde, mais nécessaire. Elle est effectuée actuellement dans les différents pays par un certain nombre d'organismes, qui, en se donnant beaucoup de peine, et à grands frais, refont les uns les autres le même travail, parce que chacun se propose de donner une bibliographie universelle. Le plus décevant, c'est que ces

bibliographies sont forcément incomplètes; il est très difficile d'avoir en main toutes les publications de pays étrangers, et très long d'analyser toutes celles qu'on en reçoit. Des Unions internationales existent pour presque toutes les sciences; elles ont dans chaque pays des représentants, Comités nationaux, Académies. Ces Comités nationaux, ces Académies, se chargeraient de réunir les analyses des travaux parus dans leur pays. Ils pourraient les publier pour leur propre compte dans une revue correspondante d'un format-type arrêté par l'Union internationale, ce qui permettrait, en encartant ensemble les bibliographies des différents Comités nationaux, de former une bibliographie complète. Ils pourraient aussi les envoyer au service bibliographique de l'Union internationale qui serait chargé de les faire paraître.

Une organisation de ce genre, tout en économisant dans l'ensemble beaucoup de travail assurerait deux qualités à la bibliographie, celle d'être complète, et celle d'être impartiale. Aucun pays ne pourrait craindre qu'on néglige systématiquement sa production. J. B.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

Dock flottant en service au port du Havre. — Le port autonome du Havre est, on le sait, l'un des mieux outillés en fait de moyens de radoub, depuis le grand bassin de 312 mètres qui peut recevoir les puissants transatlantiques tels que l'*Ile-de-France*, jusqu'aux divers docks flottants qui permettent de faire face dans les conditions les plus favorables de célérité, aux multiples besoins qu'engendre le développement du trafic maritime moderne.

C'est précisément un engin de cette seconde catégorie

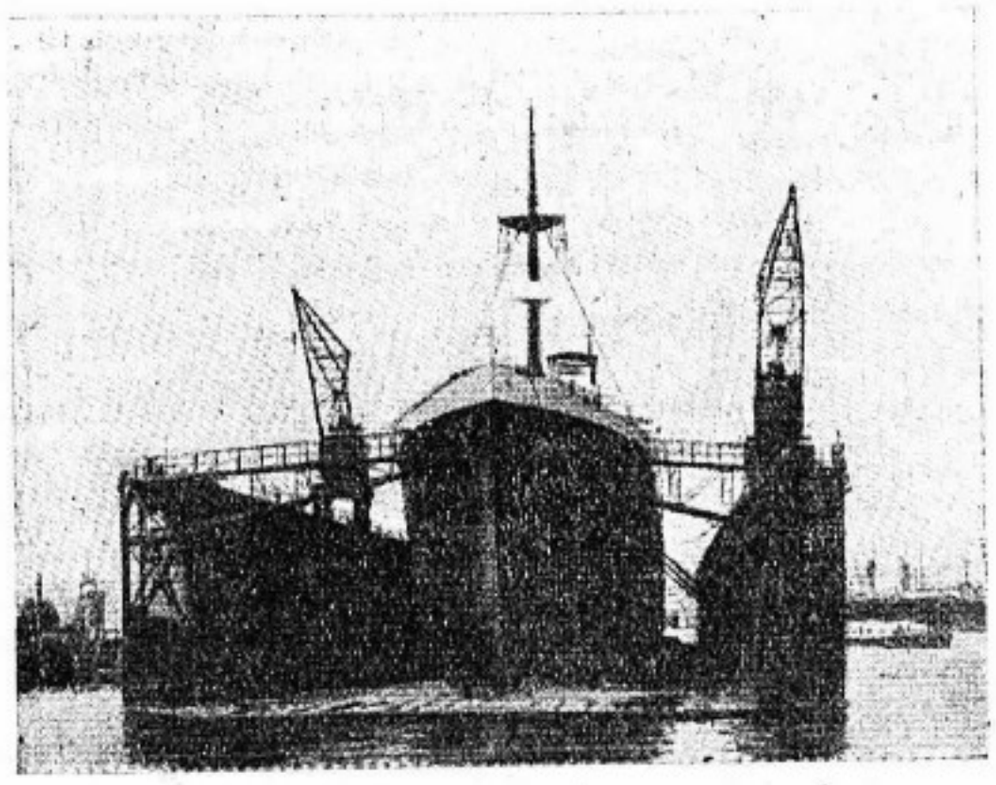


Fig. 1.

que je décrirai d'une façon sommaire, comme particulièrement représentatif du matériel général des grands ports, conçu selon les tendances les plus récentes de la technique. Il s'agit d'un dock flottant en service depuis le milieu de l'année 1930, qui a été construit au titre des réparations par les chantiers *Vulcan* de Hambourg. Ce dock n'est pas tant remarquable par le chiffre de sa force portante, qui est de 16.500 tonnes, que par son agencement général et la disposition des appareils servant à son exploitation. Il est en principe destiné au carénage des paquebots de dimensions moyennes, ainsi que des grands cargos ou pétroliers.

J'ai eu l'occasion d'indiquer déjà (*Revue Scientifique* du 8 février 1930) le fonctionnement de principe des docks flottants, qui est par lui-même fort simple d'ailleurs et dont le lecteur se rendra aisément compte en se reportant à la photographie ci-contre. Le dock est en somme constitué par la réunion de trois caissons : l'un rectangulaire et plat forme le radier, sur lequel reposera la quille du navire à mettre à sec; les deux autres, latéraux, représentent les parois du dock. Ces caissons sont fractionnés en cellules étanches formant water-ballast. En remplissant d'eau un certain nombre de ces cellules, on obtient l'immersion du caisson-radier à la profondeur voulue, de façon que l'on puisse faire entrer le navire à flot entre les caissons latéraux. On épuisera ensuite l'eau des water-ballast jusqu'à ce que le navire, échoué sur le radier, se trouve entièrement hors de l'eau. Le déplacement de la partie immergée du caisson central doit donc être égal, à ce moment-là, au poids total de l'ensemble formé par le dock et le navire.

Le dock de 16.500 tonnes mesure 190 mètres dans sa plus grande longueur, pour une largeur maxima de 37 m. 10. La largeur du radier est de 27 m. 80, la largeur des caissons latéraux variant, de bas en haut, de 4 à 3 mètres. Le tirant d'eau maximum au-dessus de la ligne des tins destinés à recevoir la quille des navires, est de 9 mètres. En immersion, le franc-bord est, pour chaque caisson latéral, de 1 m. 20.

La coque, construite en acier doux Siemens-Martin, est divisée en 36 compartiments étanches par trois cloisons longitudinales et huit transversales; un pont étanche règne sur toute la longueur de chaque caisson latéral, en vue d'éviter l'immersion complète du dock en cas de fausse manœuvre. C'est au-dessus de ce pont de sûreté que sont installés les machines, magasins et locaux destinés à la manœuvre. Deux passerelles tournantes assurent la communication entre les caissons latéraux.

Le pont du dock, c'est-à-dire la face supérieure du caisson central, porte sur toute sa longueur, une file de tins en acier, espacés de 1 m. 26 d'axe en axe et mesurant en hauteur 1 m. 20. Sur ces tins en acier sont fixés de faux-tins en chêne, à garniture de bois tendre, sur lesquels viendra s'échouer, au fur et à mesure de l'émersion, le navire à radouber.

La mise à sec d'un navire réclame, on le sait, une grande précision de manœuvre, de façon que le portage sur la ligne de tins se produise progressivement et sans à-coups. On utilise ordinairement, pour soutenir les fonds et les flancs du navire à sec, des files alternées d'accores, longs arcs-boutants disposés entre les murailles du navire et le fond ou les parois du bassin, de façon à réaliser des lignes de portage rationnellement réparties chaque bord.

Ce dispositif classique a été remplacé, sur le dock du Havre, par une série de 22 paires de berceaux de bouchain. Ce sont autant de semelles de chêne, garnies de bois tendre, supportées par des poutres en acier perpendiculaires à l'axe du dock. Chaque semelle est amenée au

contact de la muraille du navire à soutenir, par le déplacement d'un chariot, commandé par un mécanisme électrique, manœuvrable des ponts supérieurs. Des arbres horizontaux permettent d'obtenir la manœuvre simultanée de sept à huit de ces berceaux, selon la région du dock où ils sont disposés. L'installation comporte, au surplus, cinq paires d'accores, mues électriquement, et qui sont destinées à permettre de placer le navire, encore à flot, bien exactement dans l'axe du dock et de le maintenir dans cette position jusqu'à son échouage sur la ligne des tins.

Le remplissage et la vidange des ballasts sont assurés par un système de conduites, munies de vannes et aboutissant à six collecteurs généraux. Le pompage est opéré au moyen de six pompes centrifuges, installées sur le fond du dock, travaillant chacune à 730 tours par minute, pour une puissance de 125 CV. L'une quelconque de ces pompes peut vider tous les ballasts aboutissant à l'un quelconque des collecteurs.

L'énergie électrique, qui sert à effectuer toutes les manœuvres, est fournie par le réseau général à terre, au moyen d'un câble souple étanche, aboutissant à une boîte de raccordement située sur la cabine de commande du dock, laquelle est disposée sur le pont supérieur du caisson latéral de gauche.

L'appareillage électrique, construit par la Société Siemens-Schuckert, est installé à l'intérieur de six cellules complètement isolées : il comprend deux transformateurs de 400 kw de 5000/500 volts et deux de 75 kw de 5000/225 volts. Les premiers alimentent les moteurs des pompes, des cabestans, des compresseurs d'air; les seconds alimentent l'éclairage et tous les autres services. Deux groupes convertisseurs de 50 kw chacun sont destinés à produire le courant continu qui peut être nécessaire pour la réparation des navires.

Trois compresseurs rotatifs fournissent l'air comprimé à 7 kg. par centimètre carré.

L'éclairage extérieur comprend 12 lampadaires sur le pont supérieur des caissons latéraux et 14 projecteurs posés contre les parois intérieures de ceux-ci, munis de lampes de 500 w. et 1.000 bougies, plus des lampes mobiles branchables sur 12 prises de courant.

L'immersion du dock à l'état lège demande une durée de 60 minutes. Le temps nécessaire pour relever le dock avec le navire à réparer est de 90 minutes.

Louis Basso.

Travaux publics

Les dragages de Cochinchine. — *Canal Rachgia-Hatien.* — La France a entrepris, depuis 1858, un ensemble de travaux considérables qui ont abouti à la magnifique mise en valeur de la Cochinchine que l'on peut constater aujourd'hui.

Cette colonie comprend deux parties distinctes : la région des hautes terres et celle des terres basses. Celle-ci est établie à un niveau très voisin de celui des hautes mers, elle est sillonnée de plusieurs grands fleuves dont le débit est très insuffisant; seule, la propagation de l'onde marée procure un certain mouvement qui permet l'irrigation et le drainage des rizières en même temps que le transport des marchandises.

Par des moyens sans cesse perfectionnés, le service des Travaux publics a poursuivi un programme considérable comme on va en juger.

Les volumes annuels de cubes dragués se sont élevés de 50.000 mètres cubes en 1866 à 140.000 mètres cubes en 1893, pour osciller entre 6 et 10 millions de mètres cubes depuis 1913.

La moyenne annuelle des cubes extraits dans chaque décade successive montre mieux encore l'accroissement régulier de l'activité des chantiers :

824.000 m³ pendant la période 1890-1900,
2.750.000 m³ pendant la période 1900-1910,
6.610.100 m³ pendant la période 1910-1920,
7.233.000 m³ pendant la période 1920-1930.

Pour se représenter exactement le volume de ces 165 millions de mètres cubes, il faut se souvenir que le canal de Suez a exigé le dragage de 260 millions de mètres cubes et le canal de Panama 210 millions.

Le perfectionnement des méthodes techniques a procuré un abaissement sensible du prix de revient.

Les dragages d'entretien du canal de Suez d'une part, du réseau des voies navigables de Hollande, d'autre part, reviennent à plus du double des dragages de Cochinchine.

Aucune constatation ne peut mieux souligner la remarquable organisation administrative et technique française dans cette colonie.

Parallèlement au développement du réseau des canaux, les superficies cultivées en rizières se sont accrues régulièrement de 349.000 hectares en 1879 à 2.400.000 hectares en 1929. Simultanément le commerce a progressé ainsi que la densité de la population et le prix des terrains.

Les travaux de dragages ont nécessité de 1886 à 1930 des dépenses totales s'élevant à 52.000.000 de piastres environ. Appliqué aux 1.425.000 hectares de terrains qui ont été aménagés durant cette période, ce chiffre fait ressortir un coût moyen à l'hectare de 37 piastres environ. Au regard de cette dépense relativement faible et dont les budgets de la Colonie récupèrent maintenant une partie importante par les ventes aux enchères publiques des terrains aménagés, la plus-value qui a apportée au capital foncier de la Colonie peut s'évaluer à raison de 130 piastres, prix moyen de l'hectare de rizière, au chiffre de 235.000.000 de piastres pour la période de 1879 à 1930 avec une augmentation annuelle de ce capital de près de 5.000.000 de piastres. L'accroissement des surfaces cultivées ne se traduit, d'ailleurs, pas seulement par la plus-value donnée à la propriété rurale de la Colonie, mais il permet encore d'augmenter l'exportation en riz du port de Saïgon de 20.000 tonnes en moyenne par an.

Ainsi, pour une dépense annuelle de travaux qui n'a jamais été supérieure à 1.500.000 piastres, la richesse de la Cochinchine s'accroît chaque année de 7.000.000 de piastres.

Que ce soit dans le domaine technique, administratif ou économique, la France a provoqué, par la méthode de ses organisations privées ou publiques et la continuité de ses vues, la création d'une richesse agricole considérable : la population annamite avec ses qualités raciales de cultivateur, a profité au maximum des possibilités qui lui étaient ainsi offertes.

C'est dans le cadre de cette vaste réalisation, fruit d'une collaboration franco-annamite de plus de soixante années, que se place l'exécution du canal de Rachgia à Hatien, début de la dernière étape importante de l'aménagement hydraulique du Trans-Bassac, entrepris en 1905.

Ce canal assurera la mise en culture d'une vaste région couvrant plus de 220.000 hectares entre Rachgia, Hatien et Triton et limitée au Nord par le rach Giang-Thang et le canal Vinh-Tê, à l'Est par les massifs montagneux du Nui Kto et au Sud par une ligne approximative Triton-Rachgia.

Il comprendra, en outre, quatre canaux affluents destinés à drainer la région tout en évitant des dos d'ânes.

Le canal principal est mis en communication avec la mer par quatre défluents d'une largeur en gueule de 28

mètres et d'un creux de 3 m. 80 qui évacuent dans le Golfe du Siam les eaux ainsi collectées et évitent l'envasement du canal principal. Le cube des déblais de ces défluents s'élève à 2.700.000 mètres cubes.

Les travaux entrepris depuis 1927 ont exigé la mise en action de tout le matériel susceptible d'être utilisé dans les voies principales. On emploie des dragues à godets et à longs couloirs d'une puissance de 350 chevaux et capables d'une production mensuelle de 250.000 mètres cubes. Leurs godets ont une capacité de 375 litres et les couloirs de déversement ont une longueur maximum de 60 mètres; on emploie également des engins d'une plus petite capacité.

Il est impossible d'exposer en quelques lignes les difficultés de diverses natures qui furent rencontrées pendant l'exécution des travaux; c'est ainsi, par exemple, qu'une cornière spéciale de décollement a dû être utilisée pour le dragage des argiles collantes.

Des transports réguliers par chaloupes fonctionnent dès maintenant et il n'est pas douteux que ce canal prendra une grosse importance, non seulement par les transports de paddys produits sur les terrains mis en culture, et de marchandises diverses nécessaires à la vie de la population de la région, mais encore par les transports de phosphates et de chaux provenant de la région de Hatien.

Le trafic fluvial ne sera d'ailleurs pas le seul à bénéficier de la liaison Rachgia-Hatien. Le trafic des jonques de mer y trouvera des facilités qui lui font défaut actuellement pour accéder à Rachgia dont la profondeur des accès maritimes établis dans des fonds vaseux se maintient difficilement.

L'aménagement hydraulique et la navigation fluviale n'auront pas à redouter dans le canal de Rachgia à Hatien les envasements provoqués par les dos d'ânes, car des dispositions ont été prises pour en éviter la formation : les canaux affluents ne débouchent pas dans le canal collecteur principal en face des défluents à la mer, mais au droit des zones de rencontre des flots opposés.

Ils assurent ainsi une répartition des eaux drainées dans le canal collecteur principal et y provoquent des chasses d'autant plus énergiques que l'hinterland tout entier du canal principal fonctionne comme bassin de chasse et concourt ainsi au maintien de son profil.

Le magnifique effort poursuivi avec autant de continuité que de succès entre le Bassac et le Golfe du Siam par l'Administration et les Sociétés d'entreprises françaises ne devra pas cependant s'arrêter : intensifiant son action sur les voies secondaires, il devra reporter le principal de son activité sur la Plaine des Joncs et la pointe du delta cochinchinois, dernières zones restant encore à aménager hydrauliquement pour parfaire la mise en valeur intégrale de la Colonie.

Parmi les nombreux collaborateurs de cette œuvre considérable, nous devons citer : M. A. Pouyanne, inspecteur général des Ponts et Chaussées, inspecteur général des Travaux publics de l'Indo-Chine qui avait déjà réalisé, comme ingénieur en chef de la Cochinchine, ce que le Gouverneur Général Pasquier a appelé la « mobilisation des riz ».

M. Pouyanne est le digne successeur des Renaud et des Gubiand qui avaient commencé ces énormes travaux. Tous se sont attachés à les intensifier à l'aide d'un outillage moderne.

Il faut adresser aussi des éloges à toute cette phalange d'ingénieurs, de surveillants, d'agents techniques qui se sont succédés pour les études sur le terrain, pour l'établissement de projets, pour le contrôle des études et des travaux de dragages et pour l'exécution des travaux.

Il faut joindre à tous ces collaborateurs de l'Administration la Société Française d'Entreprises de Dragages et de Travaux publics.

Les bénéfices que le peuple annamite retirera de ces entreprises est considérable.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 avril 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *W. Slebodzinski* (prés. par M. E. Goursat). — **Sur les formes symboliques de différentielles.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *H. Cartan* (prés. par M. Elie Cartan). — **Les transformations des domaines semi-cercles bornés.**

ÉLASTICITÉ. — *Mlle Y. Dupont* (transm. par M. Marcel Brillouin). — **Sur la théorie invariantive de l'élasticité à déformations finies.**

MÉCANIQUE. — *J. Le Roux.* — **Sur les invariantes du groupe des mouvements relatifs.**

ÉLECTROTECHNIQUE. — *V. Posejpal* (transm. par M. P. Weiss). — **Formule théorique pour le saut d'absorption.**

ÉLECTROSTATIQUE. — *A. Guillet* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'état disruptif de l'éclateur plan-sphère dans l'air atmosphérique.**

ÉLECTROCHIMIE. — *Ch. Fèry* (transm. par M. Cotton). — **Electrode positive à circulation gazeuse pour piles à dépolarisation par l'air.**

Le dispositif consiste en une électrode creuse : l'air en raison de sa densité est amené au fond de cette cavité, pendant que les gaz polarisants s'échappent par des évents placés à la partie supérieure de l'électrode. La circulation, due au siphon à branches égales remplies de gaz de densités différentes, s'accélère avec le débit de la pile; il en résulte une autorégulation de la différence du potentiel aux divers régimes débités. Ce dispositif permet de tirer du principe de la dépolarisation par l'air le maximum d'effets.

MÉTALLURGIE. — *L. Guillet, J. Galibourg* et *M. Samsoen.* — **Sur la résistance à chaud des aciers ordinaires.**

Les auteurs ont déterminé, pour la gamme des aciers utilisés dans la construction des chaudières, la limite des allongements instantanés sans écoulement et la limite des allongements instantanés proportionnels, aux températures suivantes : 225°, 325°, 425° et 525°. Les essais ont porté sur des aciers possédant respectivement des charges de rupture à la température de 37,3; 44,2; 46,8 et 55,2 kg/mm².

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Montagne* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Calcul des équilibres et de la température résultant de la combustion des carbures.**

L'auteur a étudié la combustion dans l'oxygène pur de l'eptane normal sous la pression constante de 100 atmosphères. Une figure représente les résultats obtenus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Meyer* et *R. Vittenet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur les dérivés azoïques de l'homophtalimide.**

Les auteurs décrivent dans cette Note les produits résultant de la copulation de l'homophtalimide avec des diazoïques dérivés d'amines aromatiques et de diamines

symétriques ne contenant aucun groupe salifiable. Ils ont également préparé les matières colorantes et étudié leurs propriétés tinctoriales.

L. FRANCHET.

PHYSIOLOGIE. — *Auguste Lumière* et *Maurice Bourgeois*. — **Blocage du système réticulo-endothélial et chocs anaphylactoïdes.**

Quand on introduit dans la circulation d'un animal une quantité suffisante de particules insolubles et que ces substances se sont accumulées dans les vacuoles des cellules réticulo-endothéliales, on dit que le système d'Aschoff, constitué par l'ensemble de ces cellules, ne peut plus jouer son rôle de filtre, qu'il ne peut plus exercer ses fonctions macrophagiques, ségrégatrices et pexiques et qu'il y a *blocage*.

Les auteurs établissent qu'il n'y a pas de rapport entre l'importance du blocage et la protection contre les chocs. Le blocage et le choc sont deux phénomènes indépendants, qui peuvent être concomitants, mais qui ne semblent pas avoir de relation entre eux.

GÉOLOGIE. — *Mlle Eliane Basse* (prés. par M. Jacob). — **Age des coulées basaltiques interstratifiées dans le Crétacé de la bordure sédimentaire de Madagascar.**

Dans le sud-ouest de Madagascar, les coulées, comprises entre des strates datées avec toute la précision désirable, ont été émises respectivement au Coniacien et au Campanien.

BIOLOGIE. — *Mme M. L. Le Roux* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Castration parasitaire et caractères sexuels sexuels secondaires chez les Gammariens.**

L'auteur a eu l'occasion d'observer chez des femelles de *Gammarus pulex* (L.) parasitées par les larves d'un Acanthocéphale, *Polymorphus minutus*, un cas de castration parasitaire indirecte. En même temps que se produit l'arrêt de développement de l'ovaire, on constate l'absence concomitante des soies ovigères. On vérifie ainsi une fois de plus l'existence d'une corrélation entre l'évolution des ovaires et la formation des soies ovigères.

EMBRYOGÉNIE. — *Paul Wintrebert* (transm. par M. M. Caullery). — **La détermination du plan de symétrie bilatérale dans l'œuf de *Discoglossus pictus* Otth.**

Le mécanisme intime de la formation du plan de symétrie bilatérale peut ainsi se résumer : le seul secteur ovulaire susceptible de fournir la voie de rassemblement du cytoplasme cortical, attiré par la pronuclei et le premier noyau de segmentation, est celui qui n'est pas bloqué par les irradiations spermastériennes.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Maurice Piettre* (transm. par M. Achard). — **De l'influence des phénomènes d'adsorption sur les propriétés physico-chimiques des colloïdes organiques.**

Les protéines sériques comme les différents colloïdes, sont capables d'absorber électrolytes et non-électrolytes (pigments, lipides, etc...). Les phénomènes d'*adsorption* expliquent le déplacement de la courbe de droite du diagramme (accompagnant la Note) comme l'écart déjà signalé dans les précédentes recherches de l'auteur pour des dilutions acides $<N/500$. Ces phénomènes, masqués quant on expérimente avec des concentrations acides fortes, ne deviennent nettement perceptibles, mesurables, que pour des concentrations faibles. C'est là sans doute, une indication précieuse pour l'étude, par les méthodes électrométriques (ionimétrie et surtout conductibilité électrique); des *isothermes d'adsorption* des colloïdes vis-à-vis des électrolytes mis à leur contact.

CHIMIE BIOLOGIQUE. *Mme Z. Gruzewska* et *G. Roussel* (prés. par M. L. Mangin). — **L'amylase du sérum de cheval au cours de nombreuses saignées successives. Les relations avec les protéines sériques.**

La courbe de l'activité de l'amylase du sérum de cheval, au cours de saignées successives, est analogue à celle des taux de protéines sériques. Toutes les deux présentant une dépression située entre la quatrième et la sixième saignée, et une autre entre la trentième et la quarantième saignée.

Soit que les protéines servent de substratum aux diastases, soit qu'elles forment avec ces dernières des complexes faiblement combinés, l'activité de l'amylase du sérum semble dépendre du taux des protéines. Le pouvoir hydrolysant de l'amylase doit être rapporté à 1 gr. des protéines du sérum. Ce pouvoir, dans les conditions des expériences exposées dans cette Note, s'exprime par 38,9 pour 100 d'amidon sec transformé en glucose.

Les divergences sur le pouvoir hydrolysant des sérums, signalées par les auteurs antérieurs, sont dues probablement : 1° au temps de l'hydrolyse trop court, le maltose ne pouvant pas encore être transformé en glucose par la maltase du sérum; 2° à la trop faible quantité de sérum mis en expérience.

Quelle que soit la quantité de saignées effectuées sur un animal, le sérum contient toujours des diastases capables d'hydrolyser les polysaccharides.

P. GUÉRIN.

Séance du 20 avril 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. Carrus.* — **Intégration, sans signe de quadrature, de certains systèmes d'équations différentielles à coefficients quelconques.**

— *Mlle M. Charpentier.* — **Sur les ensembles semi-fermés et leurs applications dans la théorie des points de Peano.**

— *E. Kogbetliantz.* — **Sur les développements de Jacobi.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *W. Tartakowski* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la représentation d'un système de nombres par un système de formes quadratiques additives positives.**

CINÉMATIQUE DES MILIEUX CONTINUS. — *N. Abramesco* (prés. par M. M. d'Ocagne). — **Le mouvement d'une figure plane variable avec conservation de similitude.**

HYDRODYNAMIQUE. — *A. Rosenblatt.* — **Sur les mouvements plans des liquides visqueux voisins des mouvements radiaux.**

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *P. L. Mercanton* (prés. par M. J. B. Charcot). — **Inversion de l'inclinaison magnétique aux âges géologiques. Nouvelles observations.**

Les recherches ont porté sur des échantillons de laves recueillies en divers points, aux Féroé et sur les côtes d'Islande. Les mesures ont montré un contraste remarquable entre les inclinaisons décelées par les nappes éruptives considérées comme les plus anciennes, celles des Féroé, et celles indiquées par les coulées plus jeunes de l'Islande, notamment de sa presqu'île nord-occidentale.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *J. Chevrier* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Reconnaissance magnétique en Syrie.**

La comparaison des valeurs obtenues à Karyatein et à Palmyre avec celles observées en 1911 aux mêmes localités conduit, pour la déclinaison, à une variation séculaire de 6,5 vers l'Est, variation calculée sur une période de vingt ans moins trois mois.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *R. Bureau* (transm.

par M. G. Ferrié). — **Variations de parasites atmosphériques pendant l'éclipse de Lune du 2 avril 1931.**

On a constaté notamment une diminution brusque des atmosphériques sur 6000 m. à 18 h. et on peut établir un rapprochement entre cette diminution anormale (au moment de l'accroissement habituel après le coucher du soleil) et l'éclipse totale de Lune qui avait lieu au même moment.

AVIATION. — *G. A. Mokrzycki* (prés. par M. Lecornu). — **Détermination du combustible nécessaire pour atteindre le plafond pratique.**

CHRONOMÉTRIE. — *P. Woog, Mlle E. Ganster* et *J Givaudon* (prés. par M. Brillouin). — **Sur la stabilisation des huiles pour la chronométrie.**

Les auteurs ont recherché à retarder le plus possible les transformations chimiques et physiques qui frappent ordinairement les lubrifiants à base de triglycérides. L'oxygène jouant un grand rôle dans ces altérations, ils ont cherché à s'opposer à son activité par l'emploi de substances antioxygènes. Ils ont observé que si certaines d'entre-elles pouvaient prolonger la conservation de l'huile dans l'obscurité, l'effet protecteur n'existe plus sous l'action de la lumière. Toutefois, dans certains cas, en atténuant l'effet nocif de celle-ci, il est possible d'accroître la stabilité.

ÉLECTRICITÉ. — *G. Reboul* (prés. par M. A. Cotton). — **Singularités présentées par les corps soumis à l'action des cellules de résistance.**

Certains corps, notamment le papier ou le carton, après exposition à l'action des cellules, possèdent la propriété d'impressionner la plaque photographique : l'impression se produit à travers une feuille de papier noir, sans qu'il y ait contact avec la plaque. Des lames métalliques, également soumises à l'action des cellules possèdent, au point de vue électrique, des particularités, présentant un caractère de régularité et de généralité tel qu'elles ne peuvent correspondre qu'à un phénomène général dont l'étude est à faire.

IONISATION DES GAZ. — *Th. V. Jonescu* (prés. par M. A. Cotton). — **Les gaz ionisés et la loi de Coulomb.**

MAGNÉTISME. — *Mlle P. Collet* et *G. Foëx* (prés. par M. P. Weiss). — **Etats magnétiques du platine.**

Les auteurs établissent que pour des échantillons identiques, il se produit, dans les états magnétiques, des variations dues à des influences jusqu'à présent insaisissables.

OPTIQUE. — *V. Lalan.* — **L'hypothèse de la courbe de poursuite et la réfraction dans les systèmes optiques en mouvement.**

— *H. Hulubei* et *Mlle Y. Cauchois* (prés. par M. Y. Perrin). — **Dispositif simple et lumineux pour l'étude de l'effet Raman.**

Une lampe à vapeur de mercure, dégarnie de son armature métallique, est suspendue par les fils d'arrivée du courant dans une boîte et au foyer d'un miroir cylindro-parabolique réfléchissant vers le haut. La lumière sort par un orifice circulaire pratiqué dans le couvercle de la boîte et tombe sur un réflecteur tronconique, poli à l'intérieur, avec génératrice à 45°, et dans l'axe duquel se trouve, contenant la substance à étudier, un petit tube à essais dont le fond et le bord supérieur sont noircis. La lumière de la source recueillie par le réflecteur conique est renvoyée normalement au tube. La lumière diffusée suivant l'axe du tube est envoyée sur la fente du spectrographe à l'aide d'un prisme à réflection totale ou d'un miron à 45°, à travers un diaphragme circulaire réglable qui délimite le faisceau et élimine la lumière provenant des parois.

PHYSIQUE. — *J. Becquerel* et *L. Matout* (prés. par M. Cotton). — **Sur un nouvel effet magnéto-optique : pouvoir rotatoire suivant l'axe optique de certains cristaux uniaxes dans le voisinage des bandes d'absorption sous l'action d'un champ magnétique normal à cet axe.**

Les auteurs ont observé que le pouvoir est essentiellement fonction de l'orientation de la vibration indépendante et qu'il est, dans tous les cas, indépendant du sens du champ magnétique.

La dispersion rotatoire aux environs des diverses bandes, ou d'une même bande pour différentes orientations du polariseur, présente les caractères les plus variés : tantôt le pouvoir rotatoire est du même sens, tantôt il est de sens opposés de part et d'autre de l'ensemble des composantes d'une bande. L'effet est souvent très disymétrique. Dans son ensemble, le phénomène est du même ordre de grandeur que dans le cas où le champ est longitudinal; la rotation, auprès de certaines bandes du xénotime, peut dépasser 45° par millimètre d'épaisseur dans un champ de 20.000 g.

RADIOACTIVITÉ. — *S. Rosenblum* et *M. Valledares* (prés. par M. J. Perrin). — **Figures de distribution du dépôt actif sur les électrodes.**

Lorsqu'un métal est porté à un certain potentiel par rapport à une enceinte contenant un gaz radioactif, le dépôt actif se trouve concentré sur l'électrode. L'étude a porté sur la répartition de ce dépôt provenant d'apport d'atomes actifs ionisés, et, dans ce but, on a activé de plaques ayant la forme de polygones réguliers portés à un potentiel fixe par rapport à un cylindre creux métallique contenant un produit fort de radiothorium dans le fond. Une figure expose les résultats obtenus.

ATOMISTIQUE. — *G. Fournier* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'existence de différents isotopes.**

L'auteur donne une liste d'isotopes probables non encore déterminés expérimentalement. Cette liste comprend 22 types chimiques : A, K, Ca, Ti, Cr, Fe, Ni, Ga, Br, Sr, Y, Zr, Nb, Cd, In, Sb, Te, I, Cs, Ba, La, Ce.

CHIMIE PHYSIQUE. — *R. Pallu* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Décomposition du phosphate monobarytique en solution.**

Cette Note est consacrée à l'étude physico-chimique de la neutralisation de solutions d'acide phosphorique par l'eau de baryte en suivant les variations des conductibilités et de l'acidité ionique. L'auteur décrit la neutralisation de la première acidité de l'acide phosphorique et précise les conditions de stabilité du phosphate monobarytique.

— *G. Arditti* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'oxydation de l'huile de paraffine.**

Les expériences faites par barbotage d'un courant d'air dans l'huile de paraffine ont montré que l'oxydation n'apparaît ni à 15° ni à 85° même après un barbotage prolongé. Au contraire, l'altération est notable au bout de 3 heures à 123° et au bout d'une demi-heure à 150°. En outre, l'altération est marquée dès la température ordinaire, sous l'influence des rayons ultraviolets.

Des tableaux exposent les résultats obtenus par la méthode capillaire et par la méthode alcalimétrique.

— *P. Bary* et *E. Fleurent* (prés. par M. G. Bertrand). — **Sur la loi de dégradation des solutions de caoutchouc en fonction du temps à diverses températures.**

Les expériences ont été effectuées sur des solutions de crêpe blanc de plantation (après extraction acétonique)

dans le benzène, le toluène et le xylène aux températures d'ébullition du benzène et du xylène et, pour le toluène, à 93°5. En reliant les valeurs trouvées pour la viscosité pendant toute la durée de l'expérience en fonction du temps exprimé en heures, la courbe obtenue était correctement représentée par l'équation d'une hyperbole

$$(\gamma - 1)\ (t + 0) = A.$$

γ est la viscosité de la solution par rapport à celle du solvant; la constante 0 qui peut être positive ou négative dépend du point choisi pour le début des expériences; la constante A est caractéristique de la nature du solvant et de la température de l'expérience.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *P. Lafitte* et *M. Patry* (prés. par M H. Le Chatelier). — **Sur la transmission de la détonation à distance.**

Les expériences ont montré que la détonation d'un explosif est provoquée par celle d'un autre explosif situé à une certaine distance, lorsque y parviennent : soit l'onde de choc et les gaz lumineux, soit l'onde de choc seule, soit enfin les gaz seuls. Ceci n'exclut pas l'existence d'autres modes de transmission de la détonation, comme la projection de matières solides.

CHIMIE MINÉRALE. — *M. Paic* (prés. par M. G. Urbain) — **Sur les combinaisons doubles entre les sulfates mercuriques et l'iodure mercurique.**

En faisant réagir au bain-marie l'acide sulfurique contenant 20 p. 100 d'anhydride, l'auteur n'a pas retrouvé la combinaison 3 Hg SO^4 HgI^2 signalée par Ditte en 1905. En faisant réagir, à la température ordinaire, sur l'iodure mercurique, des solutions saturées de sulfate mercurique, contenant p. 100 d'eau, 70, 40, 30, 20 et 10 d'acide sulfurique concentré, l'iodure mercurique se transforme en une substance blanche formée de cristaux feutrés. Les diverses combinaisons qui, dans les conditions décrites, se formeraient, d'après Ditte, se réduisent à une seule de formule 3 HgO, 2 SO^3 HgI^2. C'est également cette combinaison qui constitue, en grande partie, le produit obtenu par Brückner en faisant réagir le sulfate mercurique sur l'eau et l'iode dans des proportions déterminées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Bougault* et *G. Schuster.* — **Sur un nouveau triglycéride obtenu à partir du beurre de cacao : une palmitostéaro-azélaïne.**

Les auteurs ont préparé deux glycérides nouveaux : un triglicéride palmitostéaroléique et un diglycéride palmitostéarique. Le premier existe dans le beurre de cacao à une teneur qui n'est pas inférieure à 36 p. 100.

— *M. Tiffeneau*, *Mlle J. Lévy* et *E. Ditz* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur deux alcools diastéréo-isomères dérivés de l'acide campholénique ; leur formation en proportions inégales, mais inverses, en intervertissant l'ordre d'introduction des radicaux fixes.**

Dans l'action des dérivés organo-magnésiens sur les dérivés cétoniques, le comportement de l'oxygène du carbonyle est différent suivant que ce carbonyle se trouve ou non au voisinage plus ou moins immédiat d'un carbone asymétrique. En l'absence d'un tel carbone, l'oxygène se comporte systématiquement; il y a formation en proportions égales des deux inverses optiques et l'on obtient un racémique. En présence d'un carbone asymétrique, l'oxygène cétonique se comporte dissymétriquement, mais d'une manière plus ou moins prononcée suivant sa position relative vis à vis du carbone asymétrique inducteur. Lorsque ce dernier est au voisinage immédiat du carbonyle induit, une seule des liaisons de l'atome d'oxygène est rompue et l'on obtient un unique diastéréoisomère. Lorsqu'au contraire les groupements inducteurs et induits sont séparés au moins par un atome de carbone, l'oxygène se comporte toujours dissymétriquement, mais avec rupture inégale des deux liaisons, si bien qu'on obtient un mélange en proportions inégales de deux diastéréoisomères.

— *R. Cornubert* (prés. par M. Delépine). — **Essai de reproduction d'une combinaison tétrahydropyronique.**

Autant qu'on puisse utiliser les propriétés de corps isolés pour la compréhension de réactions intermédiaires, la combinaison tétrahydropyronique de l'α-méthylcyclohexanone ne se produit pas aux dépens de la combinaison benzylidénique. Leur formation respective, qui se fait en quantités variables avec les conditions expérimentales, comme l'auteur l'a établi, en collaboration avec M. Borrel, représente un phénomène d'orientation.

— *Ch. Dufraisse* et *R. Netter* (prés. par M. Delépine). — **Recherches sur les cétones éthyléniques : α-bromo-β aminobenzalacétophénones.**

— *M. Godchot* et *Mlle G. Cauquil* (prés. par M. Delépine). — **Sur quelques nouveaux dérivés de la série cyclooctanique.**

— *R. Paul* (prés. par M. Matignon). — **Action du magnésium sur quelques éthers-oxydes habogénés.**

MINÉRALOGIE. — *P. Gaubert.* — **Sur la coloration artificielle des cristaux d'oxalate et de nitrate d'urée.**

Les cristaux d'oxalate et de nitrate d'urée colorés sont, comme l'a montré jadis l'auteur, des solutions solides, mais ils peuvent former aussi avec ceux de la matière colorante des cristaux mixtes et même montrer de très beaux exemples d'orientation commune des cristaux d'espèce différente. Les cristaux d'oxalate et de nitrate d'urée colorés artificiellement présentent habituellement une belle fluorescence dans l'ultraviolet, particulière à chaque matière colorante. Bien que colorés par la même matière, ils ne présentent pas des teintes identiques, ce qui permet de distinguer les deux sels.

— *F. Zambonini* et *V. Caglioti.* — **Nouvelles recherches sur la composition chimique de la sarcolite du Mont Somma (Vésuve).**

De nouvelles analyses ont permis de constater la présence du baryum, du strontium, du lithium, de bioxyde de carbone et du chlore, qui avaient échappé aux anciens analystes. Le bioxyde de carbone et le chlore sont intéressants en vue des relations de la sarcolite avec les wernérites, mais ils n'ont pas d'influence sur la formule qui vraisemblablement doit s'écrire.

$$CaAl^2Si^2O.\ Ca^2SiO^4.$$

HYDROLOGIE. — *V. Frolow.* — **Les périodicités de crues du Niger à Koulikoro.**

L'auteur établit sa démonstration à l'aide de graphiques.

L. Franchet.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Lucien Daniel.* — **Persistance et accentuation des variations chez les descendants du Topinambour greffé sur le Soleil annuel.**

Tous les faits relatés dans cette Note montrent que le greffage s'est révélé, chez le Topinambour et ses descendants, comme un puissant facteur de variation dont l'action persiste et s'accentue parfois dans les générations successives de cette espèce. De ces symbiomorphoses, considérées au point de vue utilitaire, les unes sont des *améliorations* à conserver ou à accentuer, les autres sont des *détériorations* à rejeter.

GÉOLOGIE. — *Yang Kieh.* — **Sur la zone disloquée située au nord de la Chaîne de la Marche.**

La Chaîne de la Marche est séparée du plateau de schistes cristallins d'Aigurande par une zone disloquée dirigée WSW—ENE. L'auteur expose le caractères structuraux de cette bande, constituée par des roches toutes broyées ou laminées, et, dont la longueur peut atteindre 120 kilomètres, alors que la largeur varie d'un point à l'autre, de quelques centaines de mètres à une dizaine de kilomètres.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *F. Labrousse* (prés. par M. L. Mangin). — **Changements de réaction observés au cours du développement de quelques Champignons. Influence de la nature de l'aliment azoté.**

Cladosporium cucumerinum et *Verticillium dahliæ* qui alcalinisent presque instantanément le milieu de culture renfermant du nitrate de calcium comme aliment azoté, engendrent la même réaction, lorsqu'ils sont cultivés sur milieux renfermant des doses équimoléculaires de nitrite de calcium. Cultivés sur milieu renfermant du nitrate ou du sulfate neutre d'ammoniaque leur développement s'accompagne d'une acidification.

Sclerotinia Libertiana et *Scl. minor* ne provoquent de changement de la réaction du milieu qu'autant que leur développement y est possible.

PHYSIOLOGIE. — *E. Wollman* et *V. Uribe* (prés. par M. Roux). — **Recherches sur l'immunité humorale chez les animaux à sang froid.**

Ce n'est qu'à partir d'une certaine température que les animaux, dits à sang froid, se montrent capables de produire des anticorps d'immunisation. La production d'anticorps chez les Batraciens n'a lieu qu'à des températures qui ne sont atteintes que rarement (pays chauds) ou même jamais (pays tempérés) dans leur habitat normal. Ces anticorps ne peuvent donc jouer dans l'immunité de ces animaux qu'un rôle fort modeste.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Maurice Nicloux* (prés. par M. A. Desgrez). — **Microdosage de substances organiques en solutions diluées par oxydation sulfochromique. Application particulière au microdosage de l'alcool éthylique.**

Toutes les opérations reviennent en définitive à mesurer l'excès de bichromate et par suite la quantité consommée pour l'oxydation d'où l'on déduit la quantité d'alcool.

MÉDECINE. — *Delherm* et *Laquerrière* (prés. par M. d'Arsonval). — **Nouvel appareil pour courant faradique.**

Le principe de cet appareil, construit dans le but de remplacer les bobines faradiques, permet facilement la réalisation de dispositifs susceptibles de se substituer, grâce à leur simplicité et leur plus grande facilité de manœuvre, aux appareils relativement compliqués qui servent actuellement pour la recherche de la chronaxie.

Pour provoquer des charges et décharges successives du condensateur, il est fait usage d'un éclateur en atmosphère gazeuse à basse pression placé en série avec le circuit d'utilisation.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. S. Flexner est élu Correspondant pour la Section de Médecine et de Chirurgie en remplacement de M. Nicolle élu Membre non résident.

Muséum dHistoire Naturelle. — Le 5 mai a eu lieu au Muséum, l'inauguration des Serres Tropicales complètement transformées et remises en état grâce au généreux concours de la Société des Amis du Muséum.

Dans notre prochain numéro, nous indiquerons l'état actuel des Serres Tropicales au point de vue de la végétation qu'elles abritent et, nous montreront l'effort fait depuis la guerre pour intensifier et améliorer, d'une façon générale, la culture des plantes.

Institut météorologique du Brésil. — Le Dr Joaquim de Saimpaio Ferraz, Directeur de cet Institut vient de quitter définitivement ces importantes fonctions en raison de son état de santé.

Congrès international des Plantes médicinales et des Plantes à essences. — Le IVe Congrès international se tiendra à Paris du 16 au 21 juillet 1931 sous les auspices de l'Exposition Coloniale Internationale.

En dehors des séances où seront examinées les nombreuses questions inscrites au programme, des excursions sont prévues pendant et après le Congrès.

Pour tous renseignements, s'adresser au Secrétariat général du Congrès, 12, avenue du Maine, Paris.

Ecole Jules Richard. — Le concours d'admission à l'Ecole Jules Richard pour apprentis en instruments de précision aura lieu le 8 juin 1931, à l'Hôtel des Examens, 3 *bis*, rue Mabillon (6e) où les intéressés trouveront tous les renseignements sur les conditions à remplir.

Vie scientifique et universitaire

Facultés de Médecine. — (*Agrégation 1er degré*). — Les registres d'inscription pour les concours annoncés dans notre n° du 9 mai 1931 (page 285) seront ouverts dans les secrétariats des Académies du 6 juillet au 5 septembre 1931 inclus.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — *Soutenance de Thèse.* — Une thèse de Doctorat ès-science a été soutenue le 11 mai par M. Fischer : « *Recherches sur la vie ralentie de l'escargot* (Helix pomatia). »

— Sur l'invitation du Comité Scientifique franco-hollandais, M. Ter Meulen, Professeur de Chimie analytique à l'Ecole Technique Supérieure de Delft a donné le 12 mai une Conférence sur : « *Les Méthodes d'Hydrogénation dans l'Analyse Chimique organique.* »

— *Institut Henri Poincaré.* — M. E. Schrödinger, Professeur à l'Université de Berlin a fait cinq conférences du 16 au 23 mai sur : « *La Théorie relativiste de l'Election et l'interprétation de la Mécanique Quantique.* »

M. Léon Bloch, Assistant à la Faculté des Sciences fera à partir du 29 mai, six conférences sur : « *La résonance quantique et l'Affinité Chimique. — Rappel des principes de la mécanique quantique. Systèmes dégénérés. Théorie de la résonance. L'atome d'hélium. La molécule d'hydrogène. Valence du spin. Valence orbitale. Valences dirigées.* Les conférences seront données à l'Institut Henri Poincaré, Amphithéâtre Hermite, 1, rue Pierre-Curie, les vendredis à 17 h. 30 et samedis à 16 heures.

— *Institut de Chimie.* — Enseignement de Métallurgie électrolytique et d'Electroplastie a été organisé sous le patronage et avec le concours de la Chambre syndicale

et patronale des fabricants d'accessoires et de pièces détachées d'Automobiles, de Cycles et d'Appareils aériens. Huit conférences générales ont été faites du 7 mai au 5 juin par MM. Dutoit, Gélis, Altmayer, Ballay, Guérillot, Bourgeois et Choisy. Ces conférences générales seront suivies de conférences pratiques destinées au personnel des ateliers et de visites d'installations industrielles.

Pour tous renseignements, s'adresser à M. Marie, Institut de Chimie (Laboratoire d'Electrochimie), 1, rue Pierre-Curie, Paris.

Cité universitaire. — Une chambre vient d'être fondée à la Cité universitaire au profit d'un étudiant à désigner par les soins de la « Fondation Nationale pour l'étude des sciences et des civilisations étrangères » qui a son siège au Ministère de l'Instruction publique.

Cette fondation qui a pour objet de procurer des bourses ou des prêts à de jeunes Français désireux de faire des études à l'étranger, est en quelque sorte la contre-partie de la Cité université. Elle ne pourra cependant rendre tous les services qu'on est en droit d'en attendre que si les jeunes gens qui veulent se préparer à faire des études de cette nature, ne sont pas empêchés par les difficultés de la vie de suivre les cours d'un des Instituts étrangers de l'Université de Paris ou l'Ecole des Langues Orientales vivantes.

C'est ce sentiment qui a conduit une bienfaitrice de l'Université de Paris, Mlle de Montfort, à fonder une chambre à la Cité universitaire au profit de cette catégorie d'étudiants.

Il n'est pas inutile de rappeler que la « Fondation Nationale pour l'étude des sciences et des civilisations étrangères » est due à une libéralité de la mère de Mlle de Montfort et est présidée, comme la Cité universitaire, par M. André Honnorat.

Ecole des applications mécaniques des combustibles liquides. — L'Office National des Combustibles Liquides qui a déjà créé à Strasbourg une Ecole Nationale du Pétrole et des Combustibles Liquides, laquelle fonctionne avec succès depuis 1925, va ouvrir à Paris, au mois d'octobre prochain, et avec la collaboration de l'Ecole Nationale Supérieure d'Aéronautique, une Ecole pour l'étude des applications mécaniques des combustibles liquides.

Cette Ecole qui prend la suite de la Section de Mécanique à l'Ecole Supérieure d'Aéronautique, sera dirigée par M. l'Inspecteur Général de l'Aéronautique Dumanois, Directeur des Services Techniques de l'Office National des Combustibles Liquides.

La durée des études y sera d'une année et l'Ecole ne recevra que des élèves possédant déjà les connaissances indispensables aux ingénieurs et relatives à la mécanique générale, à la chimie, physique, résistance des matériaux, etc.

Le recrutement des élèves, dont le nombre sera limité à dix, se fera donc sur titre.

L'enseignement portera sur les matières suivantes : *Matières premières — carburants et combustibles liquides — Etude thermique des moteurs :* thermodynamique et théorie des moteurs, cycles, échanges de chaleur, combustion.

Mécanique des moteurs : forces d'inertie, équilibrage, calcul des pièces, périodes critiques, etc.

Technologie des moteurs : moteurs à explosion, moteurs à combustion interne, gazogènes, chaudières, turbines.

Utilisation des moteurs : automobile, traction, énergie électrique, navigation, motoculture.

Production et administration.

Les cours théoriques seront complétés par de nombreuses séances pratiques et essais de moteurs dans un laboratoire moderne bien outillé.

Les demandes de renseignements doivent être adressées à l'Office National des Combustibles Liquides, 85, boulevard Montparnasse, Paris (6e).

Université de Bordeaux. — *Faculté de Médecine.* — M. Sigalas, doyen est renouvelé dans ses fonctions pour une nouvelle période de 3 ans.

Université de Nancy. — *Faculté des Sciences.* — M. Léan, Professeur de Calcul différentiel et intégral est nommé doyen pour 3 ans.

Université de Montpellier. — *Faculté de Médecine.* — MM. Forgue et Estor sont nommés Professeurs honoraires.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

L'évolution et le développement des principales industries depuis cinquante ans (1880-1930). — Numéro spécial publié à l'occasion du Cinquantenaire du *Génie Civil.* — Un volume in-4° jésus de 236 pages, avec de nombreuses illustrations. En vente aux bureaux du *Génie Civil*, 5, rue Jules-Lefebvre, Paris (9e). — Prix : 25 francs.

Le *Génie Civil* est au premier rang des grandes revues techniques françaises. Depuis 1880; année où elle fut fondée par l'illustre chimiste Jean-Baptiste Dumas et par Emile Muller, Professeur à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, elle a parfaitement tenu les ingénieurs et les constructeurs au courant des progrès scientifiques et techniques.

Le numéro du cinquantenaire est un magnifique volume très bien illustré où se trouve présenté par d'éminents spécialistes l'évolution des principales industries pendans le demi-siècle qui vient de s'écouler.

Mieux que n'importe quel commentaire, la liste suivante des articles en question et de leurs auteurs, montrera l'intérêt de cette publication exceptionnelle.

A. Dumas. — Le cinquantenaire du *Génie Civil.*

H. Le Chatelier. — La science et l'industrie.

M. d'Ocagne. — Le calcul mécanique et le calcul graphique.

Ch. de Fréminville. — Le rôle de l'ingénieur dans l'organisation du travail.

R. Soreau et A. Volmerange. — L'aéronautique de 1880 à 1930.

L. Brétignière. — L'évolution des méthodes et des procédés agricoles.

M. Ringelmann. — L'agriculture et le matériel agricole depuis cinquante ans.

J. Dantzer. — L'industrie textile de 1880 à nos jours.

Général Challéat. — Les progrès de l'artillerie depuis cinquante ans.

Ch. François. — Cinquante années de construction navale militaire (1880-1930).

H. Brillié. — La marine de commerce de 1880 à 1930.

V. Sabouret. — Le chemin de fer depuis cinquante ans.

H. Parodi. — L'électrification des voies ferrées.

C. Matignon. — Les progrès de la grande industrie chimique depuis 1880.

J. Férard. — La chimie organique et ses applications industrielles et agricoles.

H. Laurain. — Les progrès de l'éclairage.

L. Delloyé. — Cinquante années de l'industrie du verre (1880-1930).

P. Leprince-Ringuet. — La construction et l'architecture de 1880 à 1930.

P. Janet. — La grande industrie électrique.

H. Gall. — L'électrochimie et l'électrométallurgie de 1880 à 1930.

E. Reynaud-Bonin. — Le télégraphe et le téléphone.

A. Blondel. — Naissance et développement de la radioélectricité.

Général Perrier. — Les progrès de la géodésie, de la topographie et de la cartographie.

H. Capitant. — L'évolution de la législation industrielle depuis cinquante ans.

P. Razous. — L'évolution de la législation du travail depuis cinquante ans.

G. Charpy. — L'évolution de la sidérurgie.

L. Baclé. — Les aciers spéciaux.

L. Guillet. — Les métaux autres que le fer.

L. de Launay. — Les progrès de la géologie appliquée depuis un demi-siècle.

Ch. Biver. — Les progrès réalisés dans l'industrie minière.

C. Monteil. — L'évolution des machines thermiques de 1880 à 1930.

H. Lossier. — Les progrès des théories de la résistance des matériaux et leur application à la construction des ponts.

A. Caquot. — Idées actuelles sur la résistance des matériaux.

P. Séjourné. — Progrès depuis cinquante ans dans la construction des grandes voûtes en maçonnerie.

A. Mesnager. — Les procédés généraux de construction dans les travaux publics.

L'aménagement des chutes d'eau et l'exploitation de la houille blanche :

A. Coyne. — Les barrages : différents types et modes d'exécution.

E. Eydoux. — Les usines hydro-électriques.

E. Genissieu. — L'évolution de l'utilisation des chutes d'eau.

L. Chagnaud. — Les procédés de construction des souterrains.

F. Le Gavrian. — Les routes depuis cinquante ans.

G. Hersent. — Construction et exploitation des ports maritimes.

Petiet et Delanghe. — L'évolution de l'automobile pendant les cinquante dernières années.

La lecture de ces travaux est indispensable à tous ceux qui veulent être renseignés sur les principales étapes des progrès des grandes industries.

Souhaitons au *Génie Civil* un succès toujours croissant bien mérité par l'excellence de sa rédaction sous la Direction éclairée de son administrateur directeur-général, M. A. Dumas. Ed. M.

Text-Book on Spherical Astronomy, par W. M. Smart. John Couch Adams Astronomer in Cambridge Observatory. In-8° de 415 pages avec 146 figures. Cambridge University press. — Prix : 21 shillings.

De très nombreux traités d'astronomie ont paru depuis quelques années dans tous les pays. Presque tous avaient pour but principal de nous initier aux nouvelles méthodes de l'astronomie physique et de nous faire pénétrer dans le monde sidéral. Le manuel de M. W. M. Smart s'occupe au contraire de questions que certains seraient portés à dédaigner comme formant ce qu'on pourrait appeler l'astronomie ancienne; mais qui sont, en réalité, les fondements de toute notre science et qui font l'objet principal de tout enseignement de l'astronomie. Trogonométrie sphérique, sphère céleste, réfraction, cercle méridien, mouvement des planètes, temps; aberration, précession, parallaxes, occultation et éclipses, les traités d'astronomie du siècle dernier étudiaient ces problèmes tout comme le fait M. Smart. Cependant les étudiants auront plaisir à se reporter au manuel de M. Smart; ils y trouveront un exposé clair et concis de tout ce qui est utile pour poursuivre l'étude de l'astronomie ou pour se préparer à ses applications.

A côté de ces chapitres fondamentaux que l'on retrouve avec des mérites divers dans tous les cours, il y a dans l'ouvrage de M. Smart d'autres sujets traités ressortissant réellement de l'astronomie sphérique, mais dont on trouverait difficilement ailleurs l'équivalent : détermination des coordonnées héliographiques des points du disque solaire, mouvements propres des étoiles, calculs auxquels donne lieu la photographie stellaire; orbites des étoiles doubles. M. Smart, dont les travaux à l'Observatoire de Cambridge ont porté, en grande partie, sur la détermination des mouvements propres et l'exploitation des clichés photographiques, a su mettre dans ces chapitres des précisions que les astronomes seront heureux de trouver, tout en leur conservant la simplicité d'exposition qui règne dans tout l'ouvrage.

Le manuel de M. Smart offre encore une particularité qui le fera particulièrement goûter de ceux qui, en France, ont à apprendre ou à enseigner l'astronomie : chaque chapitre est suivi d'un très grand nombre d'exercices. En dehors de l'ouvrage de Gruey, bien vieilli et actuellement bien insuffisant, nous ne connaissons aucun ouvrage français qui puisse offrir les mêmes ressources. J. B.

Science et Style, par l'abbé Th. Moreux. In-12 de 286 pages. Doin, éditeur, Paris 1930. — Prix : 15 francs.

L'abbé Moreux, bien connu par ses nombreuses publications scientifiques, est sorti pour une fois de sa spécialité et a entrepris de préciser les règles à suivre pour écrire correctement et élégamment. Ses conseils à un jeune écrivain ne peuvent manquer d'intéresser au plus haut point un grand nombre de lecteurs, même ceux qui ne se destinent pas à la carrière littéraire. Les scientifiques notamment ont le plus grand intérêt à écrire clairement et correctement et cela d'autant plus qu'ils traitent de questions plus délicates. C'est à cette seule condition qu'ils ont quelque chance d'être compris ou simplement lus. Les grands savants de jadis étaient en même temps de grands écrivains, et cette tradition n'est pas encore tout à fait perdue. Cependant il faut bien convenir que le souci de bien écrire n'est pas aussi constant qu'autrefois chez les écrivains scientifiques, et c'est grand dommage. Aussi le livre de l'abbé Moreux répond-il à un réel besoin.

D'ailleurs il est non seulement instructif, mais aussi très amusant. Peut être même parfois l'abbé Moreux n'a-t-il observé que de très loin, vis-à-vis de certains de ses confrères, les préceptes de la charité évangélique. Mais ses lecteurs le lui pardonneront volontiers. Les nombreuses citations, empruntées à des écrivains bien connus, dont il a émaillé son texte, constituent autant d'exemples d'incohérence, de galimatias et d'incorrections à ne pas imiter.

A. Bc

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 11 — 69e ANNÉE — 13 JUIN 1931

LA CONCEPTION MODERNE DE NOTRE UNIVERS SIDERAL[1]

par Emile PALOQUE
Astronome à l'Observatoire de Toulouse

Les phénomènes célestes ont toujours été l'objet d'une vive curiosité et d'une étude incessante ; mais, tandis que l'énigme du système solaire était depuis longtemps découverte, le monde des étoiles avait gardé son secret.

Or, des travaux récents viennent de jeter la lumière sur ce monde lointain et mystérieux, nous apportant une conception toute nouvelle sur la structure et l'évolution de notre Univers sidéral.

Ces résultats ont pu être obtenus grâce à des moyens d'investigation de plus en plus puissants, mais ils l'ont été surtout sous l'impulsion qui a été donnée à l'Astronomie par les théories physiques modernes et l'on a pu dire que ces théories avaient permis de se libérer « du cadre étroit dans lequel la génération précédente avait prétendu enfermer le monde » (2).

Les questions qui se posent sont cependant toujours les mêmes, ce sont celles qui viennent naturellement à l'esprit quand on lève les yeux vers le ciel étoilé de nos belles nuits terrestres :

Comment sont répartis dans l'espace les astres qui nous environnent?

Quelle place occupons-nous parmi eux ?

Comment sont-ils constitués?

D'où vient l'énergie qu'ils rayonnent sans cesse?

Le Soleil et les étoiles ne finiront-ils pas par s'éteindre à jamais, après avoir rayonné toute l'énergie accumulée en eux, énergie qui est forcément en quantité limitée; et si l'Univers est voué à la mort, pourquoi n'est-elle pas déjà survenue?

Y a-t-il donc un mécanisme de régénération de l'énergie rayonnée capable de faire naître de nouvelles étoiles en assurant à l'Univers une durée éternelle?

La solution de ces divers problèmes apparaît aussitôt hérissée de difficultés car nous ne pouvons concevoir les phénomènes que de notre point de vue terrestre.

Les distances des étoiles sont pour ainsi dire infiniment grandes par rapport aux dimensions de l'orbite de la terre et notre déplacement annuel est beaucoup trop petit pour nous montrer l'Univers sidéral sous des aspects différents.

Nouvelle difficulté : ces étoiles qu'il s'agit d'étudier ne nous apparaissent que comme des points, même avec les instruments les plus puissants; elles sont le siège de phénomènes dont

(1) Conférence faite le 10 janvier 1931 à la Faculté des Sciences de Toulouse.

(2) COUDERC. — *L'Architecture de l'Univers*. Gauthier-Villars, 1930.

Un certain nombre de renseignements numériques contenus dans le présent article ont été puisés dans cet ouvrage.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

nous ne pouvons avoir aucune idée à la surface de la Terre; il est question, en effet, de millions de degrés pour la température interne des étoiles au milieu desquelles la matière est soumise à des pressions et à un rayonnement fantastiques.

Ces phénomènes échappent donc à notre expérimentation.

L'évolution des phénomènes astronomiques est non moins difficile à étudier car cette évolution est extrêmement lente non seulement par rapport à la courte durée de notre vie éphémère, mais encore sans doute par rapport à celle de l'humanité, de sorte qu'aucune modification notable de l'Univers n'apparaîtra jamais aux yeux des hommes.

Mais comme l'évolution d'un astre qui rayonne sans cesse sa propre énergie aboutit fatalement à son refroidissement total, nous ne pouvons concevoir son origine que par la régénération d'une énergie antérieurement rayonnée dans l'espace. Or, cette régénération est en contradiction formelle avec les principes de la thermodynamique.

Malgré ces immenses difficultés, devant lesquelles les savants du siècle dernier étaient demeurés impuissants, le début du XX^e^ siècle apporte à ces diverses questions des solutions nouvelles parfaitement cohérentes, dues non pas à une imagination fantaisiste, mais à l'interprétation positive des phénomènes astronomiques.

*
* *

Avant de chercher à éclaircir les plus mystérieux secrets du monde sidéral, tâchons d'examiner avec soin ce qu'il veut bien montrer à nos regards ou plus exactement à nos plaques photographiques qui ont augmenté d'une manière considérable la puissance de pénétration de nos instruments.

Quel immense progrès réalisé depuis 60 ans sur les observations visuelles de jadis! et quelle révélation pour les astronomes que ces magnifiques clichés d'amas stellaires et de nébuleuses obtenus dans les grands observatoires américains!

Mais comment se reconnaître au milieu d'un système aussi complexe?

On a pu cependant avoir des renseignements généraux sur la structure de l'Univers stellaire en le soumettant à une analyse fort élémentaire qui consiste à dénombrer les étoiles en les classant suivant leur éclat apparent ou leur grandeur.

C'est ainsi qu'on a compté une à une sur des clichés photographiques de certaines régions du ciel prises pour type, toutes les étoiles jusqu'à la 20^e^ grandeur.

Il a été alors possible par extrapolation de dresser un tableau indiquant le nombre total des étoiles de première grandeur, de deuxième grandeur, et cela jusqu'à la 20^e^ grandeur.

Or, si l'on supposait que les étoiles sont également réparties dans l'espace, il y aurait quatre fois plus d'étoiles d'une certaine grandeur que d'étoiles de la grandeur immédiatement inférieure.

Dans ce cas, le nombre des étoiles serait infini.

Mais il n'en est pas ainsi.

L'examen du tableau que nous venons de dresser prouve, au contraire, que les étoiles ne sont pas également réparties dans l'espace, que le nombre des étoiles contenues dans un même volume diminue au fur et à mesure qu'elles sont plus éloignées de nous, par conséquent que notre Univers sidéral est borné et constitue un gigantesque amas stellaire isolé dans l'espace.

Le nombre total des étoiles visibles et invisibles de cet amas est égal à la somme du nombre des étoiles de première grandeur, de deuxième grandeur, etc.

Cette somme, comme nous l'avons dit, n'est pas infinie et elle a pu être évaluée approximativement à 37 milliards d'étoiles environ, sans compter les astres refroidis et obscurs qui, de toute évidence, sont très nombreux, leur extrême petitesse due à une contraction intense ne nous ayant pas permis jusqu'à présent de déceler leur existence.

Ici, il y a lieu de lever une objection qui se présente à l'esprit.

L'appauvrissement en étoiles faibles n'est-il pas dû à une absorption des rayons lumineux analogue à l'absorption atmosphérique?

On peut répondre qu'il n'en est rien et que la lumière nous arrive des régions les plus lointaines sans rencontrer d'obstacle qui l'affaiblisse sensiblement, sauf toutefois dans la direction de la voie lactée qui semble constituer un écran pour les astres qui lui sont extérieurs, ce que l'on attribue généralement à la présence de matière cosmique aux confins de notre Galaxie, et dans quelques régions où se trouvent des masses de nébuleuses obscures.

Ces considérations nous amènent tout naturellement à l'étude de la répartition des étoiles.

Tandis que les étoiles brillantes, évidemment les plus rapprochées de nous, sont également réparties dans le ciel, les étoiles faibles sont au contraire, d'autant plus nombreuses qu'elles sont plus proches de la voie lactée.

Dans de vastes régions du ciel, on n'aperçoit aucune étoile plus faible que la 15^e^ grandeur, quelle que soit la puissance de l'instrument. Ces étoiles de 15^e^ grandeur constituent donc dans la direction considérée les limites de notre amas.

Par contre, dans la direction de la voie lactée,

les clichés photographiques font apparaître un véritable fourmillement d'étoiles et celles-ci sont de plus en plus nombreuses quand on augmente la durée des poses et la puissance des instruments.

On en conclut aisément qu'il n'y a là qu'un effet de perspective et que l'amas au milieu duquel nous nous trouvons est aplati suivant le plan galactique ou plan de symétrie de la Voie lactée.

Quelle place occupons-nous au milieu de cet amas?

Si nos instruments étaient assez puissants pour nous montrer dans toutes les directions les étoiles les plus faibles, la question serait résolue, mais il n'en est pas ainsi puisque sur le total

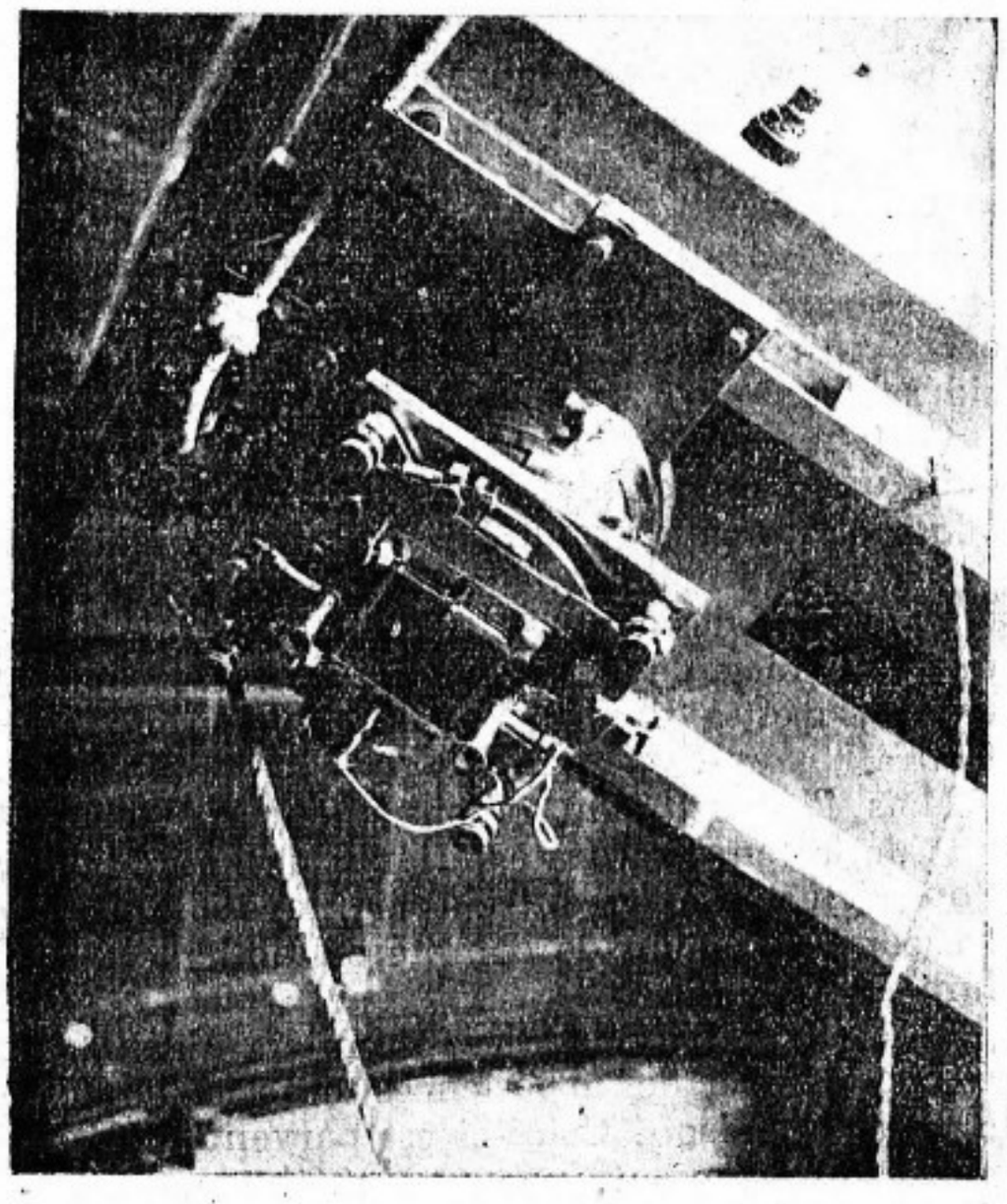


Fig. 1. — Châssis photographique de haute précision monté sur télescope.

de 37 milliards d'étoiles, il y en a encore 36 milliards qui nous échappent et en aucun point de la Voie lactée les plus puissants instruments ne nous permettent d'atteindre les confins de notre Univers stellaire.

Cependant, des recensements d'étoiles plus faibles que la 18e grandeur ont permis de déterminer approximativement la place que nous occupons.

Nous sommes situés sensiblement dans le plan de symétrie de la Voie lactée, ce dont on peut aisément se rendre compte à l'œil nu mais nous ne sommes pas au centre de notre amas.

Nous sommes à peu près à égale distance du bord et du centre; la partie de la Voie lactée où nous sommes le plus éloignés du bord est aussi celle où apparaît la plus extraordinaire concentration d'étoiles faibles; elle se trouve dans la constellation du Sagittaire.

Ce sont là simplement des indications générales car on ne peut faire un pas nouveau que si l'on dispose d'une donnée qui n'est pas encore intervenue dans nos raisonnements : la distance des étoiles.

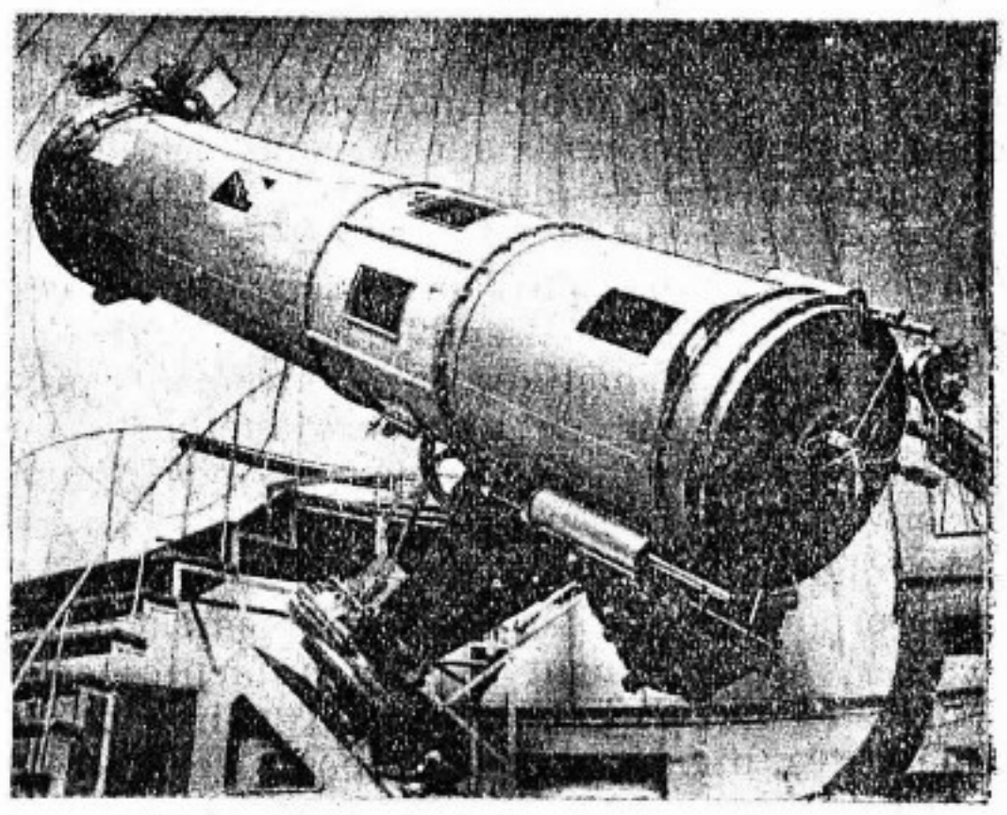


Fig. 2. — Le Télescope de l'Observatoire de Toulouse.

Pour déterminer la distance d'un point inaccessible on mesure une base et de chacune des extrémités de cette base on vise le point inaccessible dont la distance est fournie par un calcul trigonométrique.

C'est ainsi que les premières distances stellaires ont été mesurées en prenant pour base le diamètre de l'orbite terrestre dont les dimensions sont parfaitement connues.

Par cette méthode on avait déjà évalué en 1900 les distances de 50 étoiles et les chiffres obtenus pour ces distances semblaient formidables.

Elles étaient comprises entre 6 et 100 années de lumière, c'est-à-dire que pour certaines de ces étoiles la lumière mettait 100 ans à nous parvenir à la vitesse de 300.000 km. à la seconde.

Et cependant la presque totalité de l'Univers échappait à ces investigations.

Bien que la méthode trigonométrique ait été considérablement perfectionnée depuis 30 ans par l'emploi de la photographie et qu'elle ait permis de déterminer actuellement les distances de 1.500 étoiles, elle ne peut donner de résultat qu'avec des astres relativement très proches et son application par cela même est fort restreinte.

N'était-il donc pas possible d'adopter comme base trigonométrique le déplacement de la Terre

dû au mouvement de translation du système solaire?

A la vitesse de 20 km. à la seconde, il faut moins de un an pour parcourir une distance égale au diamètre de l'orbite terrestre, on doit donc constater à la longue un effet de perspective tendant à déplacer les étoiles rapprochées par rapport aux étoiles faibles qui forment le fond du ciel et nous apparaissent rigoureusement immobiles.

Cette méthode serait d'un emploi aisé si les étoiles étaient immobiles dans l'espace. Mais chacune a une vitesse propre et il faudrait connaître cette vitesse propre pour déduire de leurs déplacements apparents sur la voûte céleste, la part qui provient du mouvement du soleil. Dans quelques cas cette discrimination est possible, ceux où l'on connaît des familles d'étoiles douées d'un mouvement d'ensemble connu.

Une étude systématique des mouvements propres stellaires par de nouvelles méthodes de statistiques a conduit Kapteyn en 1904 à une découverte qui fit sensation.

La plupart des étoiles présentant un mouvement propre, et celles-ci sont extrêmement nombreuses, appartiennent à deux immenses courants stellaires dirigés vers deux points de la Voie lactée, diamétralement opposés, les vitesses moyennes de ces courants, par rapport au Soleil étant respectivement 31 km. et 18 km. par seconde.

La considération des courants d'étoiles apportait de nouvelles possibilités pour la détermination si délicate de leurs distances tandis qu'on imaginait pour ces mêmes déterminations de nouvelles méthodes basées sur des observations d'étoiles doubles.

Les résultats étaient très concordants mais restaient limités aux étoiles rapprochées, car celles qui se trouvent seulement à quelques centaines d'années de lumière peuvent être considérées comme étant tout à fait dans notre voisinage. Nous pouvons, en effet, évaluer approximativement les dimensions de notre Univers.

En admettant qu'une étoile de 6e grandeur est située en moyenne à 100 années de lumière, hypothèse fort acceptable, une étoile de 11e grandeur est située 10 fois plus loin, soit à 1.000 années de lumière, une étoile de 16e grandeur à 10.000 années de lumière, une étoile de 21e grandeur à 100.000 années de lumière, et à cette distance on est encore loin des limites de notre Univers.

Voilà déjà des chiffres un peu effarants, bien que, toutefois, assez incertains, car la grandeur apparente des étoiles n'est pas le seul élément qui permette d'évaluer leurs distances.

Mais voici des résultats bien autrement curieux et qui nous permettent de pénétrer dans un domaine encore inexploré.

En associant des déterminations de distances avec des observations d'étoiles doubles, on détermine d'une manière rigoureuse les masses de ces étoiles.

En associant ces déterminations de distances avec les mesures des éclats apparents, ou grandeurs, on détermine d'une manière non moins rigoureuse les grandeurs absolues c'est-à-dire les grandeurs des étoiles supposées toutes ramenées à une même distance.

Deux éléments nouveaux nous sont désormais connus : les masses des étoiles et leurs éclats intrinsèques ou grandeurs absolues.

Voici maintenant les résultats :

Toutes les étoiles ont à peu près la même masse.

Si l'on prend pour unité de masse celle du Soleil, les masses effectivement mesurées varient entre les limites très étroites 1/2 et 10.

Aucune étoile n'est dix fois plus lourde que le Soleil, aucune étoile n'est deux fois moins lourde.

Il ne faudrait pas en conclure que toutes les étoiles se ressemblent; bien au contraire, leurs éclats intrinsèques présentent des écarts considérables.

Certaines étoiles ont un éclat 50.000 fois plus petit que celui du Soleil, d'autres ont un éclat 300.000 fois plus grand.

Il est alors naturel de se demander si ces différences proviennent de l'intensité du rayonnement ou bien de l'étendue des surfaces rayonnantes, c'est-à-dire de la dimension de ces étoiles.

Mais l'intensité du rayonnement ne dépend que de la température extérieure de l'étoile que l'on détermine, d'autre part, avec le spectroscope, et en fin de compte on obtient le volume de l'étoile.

Une confirmation de ces premiers résultats a été donnée par des expériences toutes différentes dues à Michelson. Celui-ci est parvenu à déterminer directement, par une méthode d'interférences très ingénieuse, les diamètres apparents des étoiles et comme on connaît, d'autre part, leurs distances, on en déduit leurs volumes.

Les volumes et les masses des étoiles permettent de calculer aussitôt les densités.

Une nouvelle victoire est donc à enregistrer : les volumes des étoiles et leurs densités nous appartiennent désormais et l'on s'aperçoit avec étonnement que les volumes des étoiles sont très différents, bien que celles-ci aient sensiblement la même masse.

Il existe des étoiles naines et des étoiles géantes.

Bételgeuse, par exemple, qui est une étoile géante, a un volume tel qu'on logerait à son intérieur 10 millions de Soleils.

Et voilà qui va soumettre notre vanité à une

rude épreuve : notre Soleil est classé dans la catégorie des étoiles naines.

Les densités des étoiles présentent évidemment les mêmes différences que leurs volumes; telle étoile naine, comme le compagnon de Sirius a une densité 3.000 fois supérieure à celle du plomb tandis qu'une étoile géante pourra avoir une densité un million de fois moindre que la densité de l'air.

Les théories atomiques modernes fournissent une explication très satisfaisante de tous ces phénomènes.

Mais l'application la plus extraordinaire de ces théories est sans doute celle qui a permis de déterminer directement les grandeurs absolues des étoiles car on ne conçoit pas facilement comment une pareille détermination a été rendue possible, mais on devine les conséquences pratiques incalculables d'une telle découverte.

Fig. 3. — Une nébuleuse spirale vue de face.
(Cliché obtenu par M. Ritchey, à l'Observatoire du Mont Wilson.)

Connaissant, d'une part, la grandeur apparente, d'autre part la grandeur absolue, on en déduit la distance, quelle que soit cette distance.

Les théories dont nous venons de parler et qui étaient basées sur des déterminations de distances limitées aux étoiles rapprochées vont pouvoir s'appliquer à toutes les étoiles du ciel.

Le mur infranchissable qui nous séparait de notre univers lointain s'écroule devant une telle découverte et c'est au grand jour que nous pourrons apercevoir désormais l'Architecture de notre Univers.

Celui-ci apparaît constitué par une quantité innombrable d'amas stellaires gigantesques isolés les uns des autres.

Ce que nous considérions tout à l'heure comme étant l'ensemble de notre Univers n'est qu'un amas d'étoiles au milieu duquel nous nous trouvons.

Bien au delà de ses limites, une multitude d'autres amas présentent une constitution et des dimensions analogues.

Les divers amas sont séparés les uns des autres

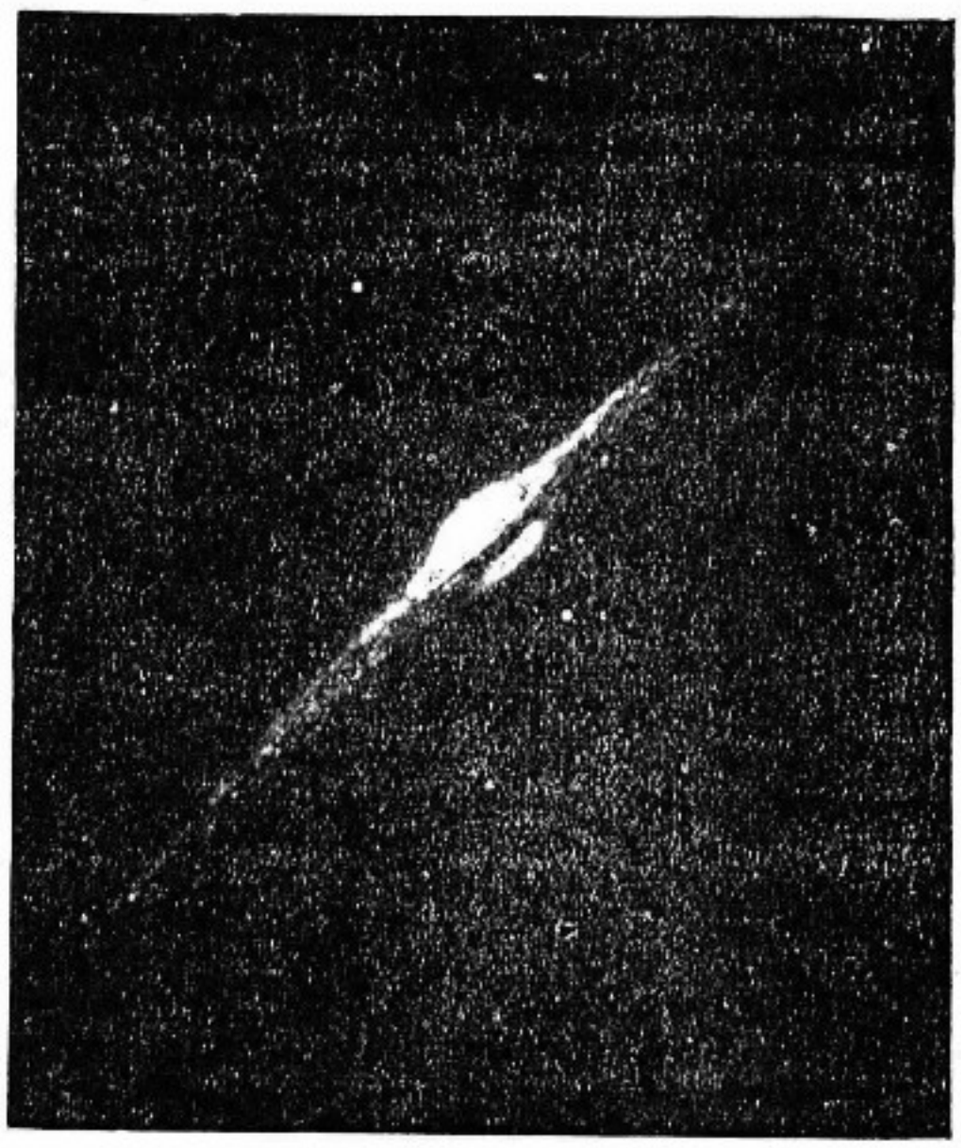


Fig. 4. — Une nébuleuse spirale vue de profil.
(Cliché obtenu à l'Observatoire du Mont Wilson par M. Ritchey.)

par des centaines de milliers d'années de lumière; ils se présentent soit sous forme de nappes stellaires, soit sous forme globulaire, soit, le plus souvent, sous la forme de nébuleuses spirales.

Le nombre de ces nébuleuses est actuellement évalué à 2 millions et l'on admet que chacune d'elles peut comprendre des milliards d'étoiles auxquelles l'éloignement donne l'apparence d'une nuée cosmique, et nous avons tout lieu de croire que notre amas n'est lui-même qu'une de ces nébuleuses spirales.

Enfin, tandis qu'à l'intérieur d'un même amas les vitesses des étoiles les unes par rapport aux autres sont de l'ordre de 30 km. par seconde, les nébuleuses spirales s'éloignent de nous à une vitesse qui peut atteindre 2.000 km. par seconde.

La réalité dépasse donc de beaucoup les hypothèses les plus audacieuses.

Ce sont d'ailleurs deux phénomènes tout à fait inattendus qui nous ont permis de déduire des grandeurs absolues des étoiles la distance extraordinaire des amas globulaires et des nébuleuses spirales.

L'un de ces phénomènes est celui des Céphéides.

Les Céphéides sont des étoiles qui subissent des variations d'éclat très rapides.

Tout à coup, une telle étoile devient beaucoup plus brillante, parfois dans l'espace d'un quart d'heure, puis son éclat diminue lentement, la période de variation étant comprise pour les diverses Céphéides entre 1/2 journée et 3 mois.

Or, on a établi, d'une manière indiscutable, que la grandeur absolue d'une Céphéide dépendait seulement de la durée de sa période.

Il suffit donc de mesurer la période d'une Céphéide pour connaître aussitôt sa grandeur absolue, par conséquent sa distance, et comme les Céphéides sont nombreuses dans les amas, on a pu mesurer la distance de ces amas, ce qui démontre, une fois de plus, que ces objets célestes sont situés en dehors de notre galaxie, entre 60.000 et 200.000 années de lumière.

Le second phénomène auquel je faisais allusion est celui des *Novæ*, terme qui signifie *nouvelles*.

Ce sont des étoiles qui apparaissent tout à coup dans le ciel.

L'Histoire nous apprend que de telles apparitions ont été fréquentes à travers les siècles.

C'est, en effet, une étoile nouvellement apparue qui décida Hipparque à dresser un catalogue d'étoiles 134 ans avant notre ère.

L'exemple le plus fameux est celui de la Nova de 1572, apparue peu de temps après la Saint-Barthélemy ; son éclat fut tel qu'elle était visible même en plein jour, ce qui fit grande impression sur les foules.

En 1918 et 1920, nous avons eu deux belles novæ de première grandeur dans les constellations de l'Aigle et du Cygne.

On admet aujourd'hui que ces phénomènes d'apparition subite sont provoqués par le passage d'un astre dans un milieu résistant ; l'astre s'échauffe par suite du frottement tout comme une étoile filante en traversant notre atmosphère.

Toutes les novæ qui ont pu être observées récemment ont atteint au moment de leur maximum d'éclat une grandeur tout à fait exceptionnelle pour une étoile, cette grandeur absolue étant supérieure à celle des étoiles supergéantes, puis leur éclat n'a pas tardé à décliner et elles sont devenues ensuite des astres insignifiants.

Mais voici un résultat tout à fait curieux : la grandeur absolue maxima d'une nova est constante, on peut donc la connaître *a priori* et la mesure de sa grandeur apparente nous donne encore sa distance.

Comme des novæ ont apparu dans des nébuleuses spirales, on a pu de cette façon évaluer les distances de ces nébuleuses.

Ces distances dépassent toute imagination ; la lumière émise par ces astres lointains nous parvient, parait-il, après des millions d'années et même pour certaines nébuleuses spirales, après des centaines de millions d'années.

*
* *

Il faut cependant avouer que les astronomes sont encore loin d'être d'accord, tant au sujet de la nature de ces astres que de leurs distances; celles-ci semblent avoir été exagérées comme cela résulte des comparaisons de mouvements propres et de vitesses radiales spectroscopiques constatées dans les spires de ces nébuleuses.

Il est pourtant bien établi que les nébuleuses spirales sont les formations les plus éloignées que nous connaissions et elles semblent s'étendre indéfiniment dans les profondeurs de l'espace.

Mais comment a-t-on obtenu et comment s'expliquent des résultats aussi surprenants?

C'est Eddington qui, le premier, a percé le mystère de l'égalité des masses stellaires.

L'élasticité d'un gaz tend à le répandre le plus possible, dans l'espace où il est enfermé, il possède une force expansive parfaitement expliquée par la théorie cinétique des gaz.

Que va devenir une telle particule de gaz sur la périphérie d'une étoile?

D'une part, à cause de sa force expansive, ce gaz aura tendance à se volatiliser dans l'espace; d'autre part, l'attraction universelle aura tendance à maintenir cette particule de gaz à la surface de l'étoile.

Pour que l'étoile ne se dissipe pas, il est nécessaire que la gravitation l'emporte, il est donc nécessaire que la masse de l'étoile ait une valeur minima au-dessous de laquelle elle ne peut exister.

Cette masse minima a été déterminée par le calcul; elle a été trouvée égale à 10^{33} grammes, soit la moitié de la masse du Soleil.

C'est d'ailleurs pour une raison analogue qu'aucune atmosphère ne peut exister à la surface de la Lune où elle ne serait pas retenue par une force de gravitation suffisante, tandis que la pesanteur retient à la surface de la Terre les particules de l'atmosphère.

De même que, quand nous nous élevons dans notre atmosphère, la pression diminue ainsi que la température, vers l'intérieur d'une étoile gazeuse la pression augmente ainsi que la température d'une manière qu'il est facile de calculer.

On a donc pu évaluer la température interne des étoiles et on a trouvé pour celles-ci des valeurs comprises entre 10 millions et 40 millions de degrés.

Or, un rayonnement lumineux exerce sur une surface qu'il vient frapper une force répulsive appelée pression de radiation.

A la température formidable des étoiles, cette pression de radiation est considérable.

C'est cette pression de radiation qui vient à son tour contre-balancer la force de la gravitation quand la masse de l'étoile est suffisamment grande.

Cette masse maxima, à partir de laquelle la radiation l'emporte sur la gravitation, a été déterminée par le calcul ; elle a été trouvée égale à 10^{34} grammes, soit 5 fois la masse du Soleil.

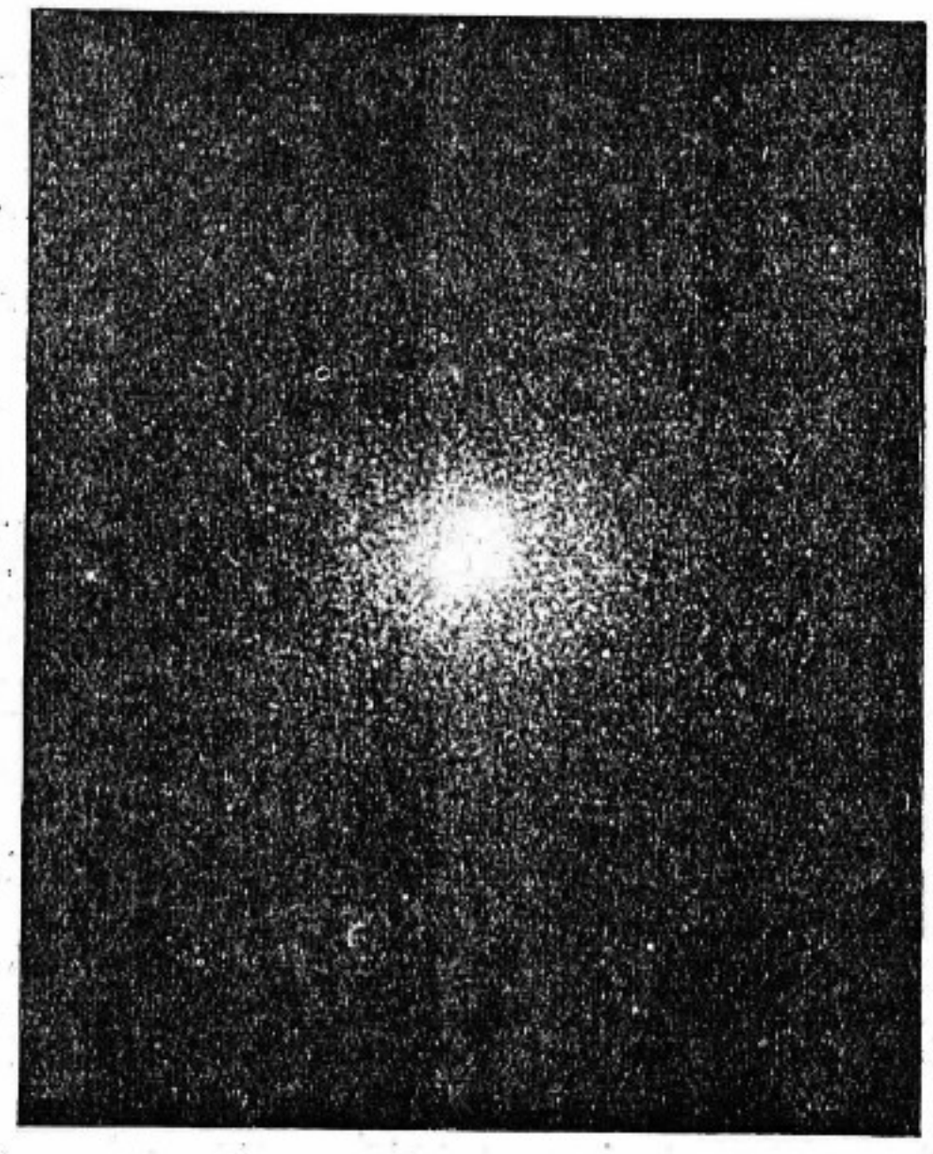


Fig. 5. — Un amas globulaire d'étoiles.
(Cliché obtenu à l'Observatoire du Mont Wilson par M. Ritchey.)

Voilà donc les limites entre lesquelles seront fatalement comprises les masses stellaires.

Si la condensation de matière autour d'une même étoile, dépasse la valeur critique maxima, alors l'étoile éclate et elle se fragmente en étoiles doubles et multiples, la masse de chaque fragment étant comprise entre les limites calculées.

La contraction progressive d'une nébuleuse engendre donc un système d'étoiles doubles ou multiples, chacun des astres qui compose ce système ayant sensiblement la même masse; cette contraction ne pourra donc, suivant l'hypothèse de Laplace, expliquer la formation du système solaire dans lequel les planètes ont au contraire une faible masse.

Les diverses théories qui permettent d'expliquer mathématiquement la formation du système solaire doivent faire intervenir une cause accidentelle dont la probabilité est assez faible.

D'après cela les systèmes d'étoiles multiples représentent le cas général, les systèmes planétaires tels que le système solaire n'étant qu'un cas particulier.

Les planètes, où les conditions de la vie se trouveraient réalisées, seraient donc beaucoup moins nombreuses qu'on ne le supposait jadis.

Le calcul des probabilités permet d'évaluer le nombre des systèmes planétaires à 100.000 seulement pour l'ensemble de notre galaxie et nous pourrions nous estimer heureux de compter parmi les rares élus qui peuplent l'Univers.

La détermination des grandeurs absolues, si riche de conséquences, nous oblige à pénétrer plus avant dans la constitution intime de la matière, l'infiniment petit permettant d'expliquer l'infiniment grand.

Le spectroscope nous a déjà renseigné sur l'unité de cette constitution puisque ce sont les mêmes corps que l'on trouve sur la Terre, dans le Soleil et dans les étoiles, mais ces corps eux-mêmes qui se présentent à nous sous des apparences très variées sont formés de particules identiques.

L'Atome, qui semblait jadis le plus petit élément de la matière, a été décomposé à son tour en éléments plus petits encore mais qui sont les mêmes pour tous les corps : les protons qui ont une masse et dont le nombre donne le poids atomique du corps et les électrons qui gravitent autour des protons comme les planètes autour du Soleil sous l'influence d'une attraction électromagnétique.

Le nombre des électrons définit les propriétés chimiques des corps tandis que le mouvement de ces électrons définit ses propriétés physiques.

Sous l'influence d'un rayonnement intense, les électrons peuvent les uns après les autres abandonner leurs noyaux de protons, on dit alors que l'atome est ionisé et il peut l'être une fois s'il a été dépouillé d'un électron, deux fois s'il a été dépouillé de deux électrons, etc...

Les étoiles qui ont toutes sensiblement la même masse contiennent toutes la même quantité de protons, qui sont les éléments pondérables de la matière, mais autour de ces protons il peut y avoir plus ou moins d'électrons.

Les étoiles jeunes dont les atomes ont encore tous leurs électrons occupent par cela même un volume considérable, ce sont les étoiles géantes.

Les atomes des étoiles, par suite du rayonnement intense, perdent un à un leurs électrons,

ce qui permet à leurs noyaux de protons de se serrer de plus en plus les uns contre les autres, la densité augmente dans des proportions énormes, l'étoile en vieillissant se transforme en étoile naine.

Or, le spectroscope fait apparaître l'état d'ionisation plus ou moins grand de la matière en même temps que la température des surfaces rayonnantes et l'on comprend comment les spectres stellaires ont permis de déterminer la grandeur absolue des étoiles qui dépend justement de leur volume et de leur température.

Mais on n'a pas attendu l'explication du phénomène pour déterminer ces grandeurs absolues en comparant, pour les diverses étoiles, le rapport des intensités de deux raies déterminées de leur spectre. Ce phénomène étrange *a priori*, avait été remarqué d'après des statistiques.

*
* *

Il ne faudrait pas croire cependant que l'énigme des étoiles soit complètement élucidée.

D'où vient, en effet, cette énergie que le Soleil et les étoiles rayonnent à profusion?

Nous sommes directement intéressés à cette question puisque toute l'énergie qui est mise en œuvre à la surface de la Terre nous vient justement du Soleil.

Mais le Soleil lui-même ne peut être une source inépuisable d'énergie.

Celle-ci pourrait-elle venir d'un refroidissement progressif de la matière qui constitue le Soleil?

S'il en était ainsi, il y a bien longtemps que le Soleil serait complètement refroidi.

S'agit-il alors d'une combustion, c'est-à-dire de combinaisons chimiques dégageant de la chaleur?

Si le Soleil était uniquement formé de charbon et d'oxygène et si sa combustion devait produire la quantité de chaleur qu'il rayonne, mille ans suffiraient pour le consumer entièrement.

Si on le supposait exclusivement formé de fulmicoton, c'est-à-dire de notre poudre à canon moderne, ce qui n'est pas possible, le Soleil durerait seulement 8.000 ans.

Ces durées sont évidemment tout à fait insuffisantes.

On a cru trouver l'origine de la chaleur solaire dans la contraction progressive de la matière par suite de la gravitation qui attire cette matière vers le centre.

De même qu'une détente produit du froid, une compression produit de la chaleur.

Il suffirait que le Soleil se contracte de 1/20e de sa valeur par million d'années pour expliquer son rayonnement et ce n'est que au bout de 12.000 ans que son diamètre apparent aurait diminué de 1" d'arc, ce qui est fort admissible, car les observations n'auraient pu encore mettre en évidence le rétrécissement de son disque.

Le Soleil pourrait, de cette façon, maintenir son rayonnement pendant 15 millions d'années.

Ce chiffre paraît peut-être acceptable, mais les géologues l'ont encore trouvé très insuffisant.

Ils sont parvenus, en effet, à évaluer l'âge de la Terre par des méthodes assez différentes, telles que l'étude des sédiments géologiques, l'état actuel des minéraux radioactifs, la quantité de sel contenu dans la mer.

D'après ces diverses évaluations l'âge de la Terre serait compris entre 1 et 2 milliards d'années.

Ce n'est donc que tout récemment que l'homme a fait son apparition sur la Terre puisque cet événement remonterait tout au plus à 300.000 ans, ce qui représente 10.000 générations depuis les premiers hommes jusqu'à nous; c'est là une période de temps vraiment infime en comparaison avec les mille millions d'années depuis lesquelles la croûte terrestre est définitivement formée et la vapeur d'eau condensée dans les océans.

Il a donc fallu trouver autre chose qu'une simple contraction pour expliquer comment le Soleil n'a pas eu le temps de se refroidir depuis cette époque reculée.

Diverses théories échafaudées récemment et qui mettent en œuvre soit les phénomènes radioactifs, soit une chaleur dégagée par la combinaison des atomes sont peu à peu abandonnées.

Il semble actuellement qu'une seule explication reste possible ; mais cette explication fait appel à des théories si révolutionnaires que bien des physiciens hésitent encore à l'admettre.

Il s'agit de la transformation de la matière en énergie.

Cette transformation a été plus d'une fois envisagée et en particulier Einstein dans sa théorie sur la Relativité généralisée considère l'équivalence de la masse et de l'énergie de la même façon que nous considérons en thermodynamique l'équivalence de la chaleur et de l'énergie.

Ce n'est là qu'une hypothèse mais qui semble chaque jour s'imposer davantage; si elle est admise, la masse n'est plus un élément immuable de l'Univers, mais par contre, la loi de la conservation de l'énergie, reste la base fondamentale de notre système du monde, la matière y devenant l'équivalent d'une certaine énergie, d'ailleurs formidable.

En effet, avant que la masse du Soleil soit complètement transformée en énergie rayonnante, il faudrait, paraît-il, mille milliards d'années.

Cette fois, les uns et les autres se montrent satisfaits.

Si l'humanité fragile n'a pas déjà disparu par suite d'un fléau insoupçonné, c'est donc à cette échéance lointaine qu'elle périra définitivement par le froid.

Mais même jusqu'alors elle n'aura eu le temps de voir qu'une bien courte phase de l'évolution de l'Univers car le Soleil est déjà arrivé à une extrême vieillesse et c'est un des astres qui sont appelés les premiers à disparaître.

On s'explique alors pourquoi on ne peut constater aucune modification dans le rayonnement des éloiles, mais si lente que soit leur évolution elle existe cependant et nous devons apercevoir des étoiles à chacune de ses phases.

C'est bien là ce qui nous permet d'étudier une évolution à laquelle nous ne pouvons assister.

La lumière d'une étoile étant soumise à l'analyse profonde de cet instrument merveilleux qu'est le spectroscope, nous sommes renseignés avec certitude sur la composition chimique et sur la température de la surface rayonnante.

Il suffira d'étudier les événements qui accompagnent la variation de la température pour connaître les différents stades de l'évolution stellaire.

Tout d'abord, la variation de la température est toujours accompagnée par une variation de la couleur.

La couleur d'une étoile passe du bleu pour les étoiles les plus chaudes, dont la périphérie est à 20.000 degrés, jusqu'au rouge pour les étoiles les moins chaudes dont la périphérie est à 3.000 degrés.

Au-dessous de 3.000 degrés, le rayonnement des étoiles est insuffisant pour qu'elles nous soient rendues visibles et cependant cette température est à peine inférieure à celle de l'arc élctrique qui représente à la fois la lumière la plus vive et la température la plus élevée que nous ayons pu réaliser sur la Terre.

Suivant l'ordre des températures décroissantes voici donc les différents types de spectres stellaires.

Les étoiles les plus chaudes sont des étoiles bleues à 20.000 degrés, ne contenant que de l'hélium; on trouve ensuite des étoiles blanches à 10.000 degrés, contenant de l'hydrogène avec quelques traces de calcium; puis des étoiles jaunâtres à 7.500 degrés, contenant de moins en moins d'hydrogène, mais de plus en plus de calcium et des traces de quelques autres métaux; puis des étoiles jaunes à 6.000 degrés, contenant de plus en plus de métaux; c'est à cette catégorie qu'appartient le Soleil.

Nous trouvons ensuite des étoiles jaune-rouge à 4.000 degrés, contenant toutes sortes de métaux, puis enfin des étoiles rouges à 3.000 degrés dans lesquelles le spectroscope fait apparaître toutes sortes de combinaisons chimiques de métaux et de métalloïdes.

Une étude systématique des spectres stellaires est pousuivie dans de nombreux observatoires et les innombrables étoiles déjà étudiées présentent tous les caractères intermédiaires de ceux que nous venons de décrire.

Il y a donc une continuité évidente entre ces différents types et il semble naturel d'admettre qu'une étoile en se refroidissant passe successivement par chacun d'eux, qui constitue un stade de son évolution.

Nous ne sommes nullement embarrassés par l'apparition de corps nouveaux puisqu'une modification dans le groupement des noyaux de protons suffit pour passer de n'importe quel corps simple à n'importe quel autre.

Une telle transformation qui donnerait raison aux alchimistes du moyen âge, n'a jamais encore été obtenue sur la Terre où l'on ne peut réaliser les conditions de pression, de rayonnement et de champ électrique convenables, mais au sein de ce creuset gigantesque qu'est une étoile nous assistons peu à peu à la formation des divers corps simples : l'hélium se transforme en hydrogène, qui se condense à son tour pour donner des éléments plus lourds, les métaux et les métalloïdes et enfin les combinaisons chimiques les plus complexes de tous ces corps.

Suivant cette conception, l'évolution d'une étoile consiste dans son refroidissement progressif mais nous avons trouvé, d'autre part, que les étoiles jeunes sont des étoiles géantes tandis que les étoiles vieilles sont des étoiles naines.

Nous avons hâte de savoir si les étoiles bleues qui sont les plus chaudes sont bien réellement des étoiles géantes, les étoiles rouges étant des étoiles naines.

Il est bien facile d'avoir ce renseignement, mais à notre grand désappointement nous constatons que nos prévisions ne se réalisent pas.

Les étoiles bleues sont intermédiaires entre les géantes et les naines, les étoiles rouges sont tantôt géantes, tantôt naines.

L'édifice que nous venons d'élever à si grand peine va-t-il s'effrondrer définitivement devant une telle constatation?

Bien au contraire, la découverte que nous venons de faire n'est que le couronnement de cet édifice.

Si toute l'évolution stellaire consistait dans le refroidissement progressif d'une étoile géante, il faudrait expliquer la présence subite dans le ciel d'une quantité de matière incandescente aussi formidable.

Cela justement était fort difficile. Mais nous venons de trouver que les étoiles géantes et les étoiles naines sont exclusivement des étoiles rouges à 3.000 degrés, c'est-à-dire celles qui ont la plus basse température.

Le mot de l'énigme est donc découvert.

Au début et à la fin de leur évolution les étoiles sont composées de matière froide.

Ce qui sera plus tard une étoile n'est tout d'abord qu'une immense nuée de vapeur froide non homogène et d'une densité infime.

Les particules de matière qui composent cette nuée vont peu à peu se rassembler autour d'un noyau plus dense que sa contraction échauffe progressivement.

Au milieu de la vapeur primitivement froide et obscure apparaît enfin le globe incandescent dont la clarté illumine la nuée tout entière qui lui a donné naissance.

Tel est le phénomène le plus courant des nébuleuses galactiques au milieu desquelles étoiles et nébulosités se trouvent mélangées dans une même formation. En effet, le spectre de la nébuleuse est identique à celui de l'étoile voisine qui l'éclaire de sa lueur et l'étude du spectre de l'étoile elle-même prouve que celle-ci est au début de son évolution.

L'étoile continuant à se contracter, son volume diminue pendant que sa température s'élève, les combinaisons chimiques font place aux corps simples qui, à leur tour, sont dissociés en éléments légers : l'hélium et l'hydrogène, tandis que la matière, fortement ionisée par un rayonnement de plus en plus intense, va perdre une partie de ses électrons.

L'étoile arrive alors à l'état adulte en atteignant son maximum de température et d'éclat.

Elle va se refroidir lentement et elle repassera de nouveau par chacun des stades qu'elle vient de franchir, mais cette fois son rayonnement est obtenu aux dépens de sa masse par l'anéantissement de sa propre matière.

En effet, quand on passe des étoiles blanches aux étoiles rouges la masse diminue régulièrement depuis 5 fois jusqu'à la moitié de la masse du Soleil; par contre, les vitesses de ces étoiles augmentent d'une manière tout aussi régulière de 25 kilomètres à 80 kilomètres par seconde, la force vive, demi-produit de la masse par le carré de la vitesse étant la même pour toutes les étoiles, quel que soit le stade de leur évolution.

C'est là un résultat vraiment surprenant qui donne, semble-t-il, une preuve de la diminution des masses et l'on s'explique maintenant pourquoi la grandeur absolue maxima des étoiles nouvelles est une constante puisque celle-ci ne dépend que de la force vive, elle-même constante.

Il est d'ailleurs facile de connaître le temps que met une étoile pour franchir chacune des étapes de sa vie d'après la proportion du nombre d'étoiles que l'on trouve à chacune d'elles.

Si l'on admet que la vie d'une étoile a une durée de 100 périodes, elle met 5 périodes seulement pour atteindre l'état adulte et il lui reste encore 95 périodes pour jouir d'une longue et resplendissante vieillesse.

Après avoir brillé dans le firmament pendant des milliers de milliards d'années, elle finira par s'éteindre à jamais, n'étant plus qu'un globe solide, froid et obscur.

Voilà ce que nous supposons aujourd'hui relativement à la naissance, la vie et la mort des étoiles.

Mais ces étoiles ne sont que des grains de poussière au milieu de la nébuleuse spirale, véritable unité cosmique de l'Univers.

C'est en quantité innombrable qu'elles apparaîtront le long des spires de la nébuleuse qui ressemble à ces pièces d'artifice tournantes dont les panaches lumineux sont formés d'étincelles qui se dispersent avant de s'éteindre.

La formation et l'évolution de ces nébuleuses spirales soulève un des problèmes les plus grandioses de la mécanique et de la physique, mais ce problème n'a pas encore reçu de solution définitive car la gravitation, la pression des gaz, la viscosité de la matière, la pression de radiation et les forces électromagnétiques sont également capables de produire les mouvements constatés au sein de ces astres.

*
* *

Pour terminer, je dirai quelques mots seulement d'un autre problème beaucoup plus angoissant : celui de l'énergie qui est mise en œuvre dans l'Univers.

De tous côtés nous assistons à une dépense formidable d'énergie et nous ne voyons pas comment l'Univers peut en récupérer la plus petite parcelle.

La Terre tout entière ne reçoit qu'une infime partie de la chaleur qui est émise par le Soleil dans toutes les directions et une fraction seulement de cette chaleur suffit pour entretenir la vie des hommes, des animaux, des plantes, le fonctionnement de nos usines, etc.

Mais comment cette énergie que nous avons asservie à nos besoins pourra-t-elle être rendue à l'Univers pour contribuer à la formation de nouvelles étoiles?

La thermodynamique nous enseigne à ce sujet que l'énergie peut être intégralement transformée en chaleur.

La Terre pourra donc rayonner sous forme de chaleur la totalité de l'énergie qu'elle reçoit, quelles que soient les transformations subies par cette énergie.

Mais que va devenir cette chaleur qui est rayonnée par la Terre, le Soleil et les étoiles?

Si cette chaleur se perdait dans l'espace infini, l'Univers serait voué à une mort certaine par refroidissement général.

Pouvons-nous sauver l'Univers en supposant

que cette chaleur est régénérée sous forme d'énergie?

Non! cette hypothèse ne pourra que retarder l'échéance suprême, elle ne pourra l'éviter.

La thermodynamique nous enseigne, en effet, que la chaleur ne peut être intégralement transformée en énergie même par un mécanisme idéalement parfait; cette transformation comporte une perte inévitable qui condamne encore l'Univers à une mort tardive peut-être mais certaine, par égalisation des températures de tous les corps qui le composent.

Or, cette mort de l'Univers nous est enseignée par la thermodynamique classique, notre esprit ne peut se résoudre à l'accepter.

Mais ici nous quittons les rivages solides des observations astronomiques pour entrer dans le domaine des hypothèses fortuites.

Si l'on a quelque raison de croire que la matière est susceptible de se transformer en énergie, il n'est pas absurde de croire qu'inversement l'énergie est susceptible sous certaines conditions de se transformer en matière.

C'est donc par une formation de matière dans les régions intersidérales sous l'influence du rayonnement des étoiles que les physiciens essaient de fermer le cycle de l'évolution stellaire.

Les forces de la nature feront de cette matière une nébuleuse spirale, puis des myriades d'étoiles dont la substance sera peu à peu anéantie par rayonnement, tandis que ce rayonnement produira encore de la matière en quantité égale dans d'autres régions de l'espace.

Voilà comment on tache d'expliquer maintenant l'éternité de l'Univers.

Si l'humanité est destinée à périr irrémédiablement dans un avenir très lointain pour nous, mais très proche relativement à la vie des étoiles, par contre elle se plaît à croire que l'Univers renaîtra éternellement de ses cendres.

L'Astronomie vient donc de réaliser un immense progrès, mais comme chaque découverte soulève de nouveaux problèmes, il reste toujours beaucoup à trouver et à expliquer.

L'Astronomie pose au mathématicien des problèmes grandioses et elle donne une réalité concrète à des équations qui n'auraient eu sans elle qu'un intérêt spéculatif.

Au physicien, elle révèle tout un monde nouveau de phénomènes, preuves éclatantes de théories émises timidement d'après nos observations terrestres.

En ce moment même, elle contribue à la découverte d'un nouveau rayonnement, le rayonnement ultra X, résultat de la désintégration des atomes dans les étoiles, infiniment plus pénétrant que celui des rayons X et qui traverse, paraît-il, avec la plus extrême facilité, les murs de nos demeures.

Au chimiste, l'Astronomie apporte la réalisation d'un rêve presque chimérique : la transmutation des corps, si longtemps recherchée en vain.

C'est donc une ampleur de conception nouvelle que l'Astronomie apporte dans tous les domaines de la Science.

Plût aux cieux qu'elle nous élève nous-mêmes au-dessus des vicissitudes de notre existence et qu'en nous montrant la petitesse de nos misères, ellle apporte dans notre vie un peu de sérénité.

DE LA PSYCHOLOGIE ZOOLOGIQUE A LA ZOO-SOCIOLOGIE EXPÉRIMENTALE

par Claude **BUSSARD**

Des labyrinthes de formes variées ont été employés par divers auteurs (Yerkes, Thorndike, Pieron, Roux, Porter entre autres), pour l'étude des invertébrés et des vertébrés (1). Mais l'emploi de dispositifs semblables a donné lieu à un certain nombre de critiques, en particulier quant à la possibilité pour le sujet, de se guider sur la trace odorante subsistant de ses passages antérieurs.

D'autres auteurs (Porter, Kinnaman, Thorndike, etc...) ont utilisé des récipients à ouvrir, nécessitant pour cela le déclanchement d'un certain nombre de verrous ou loquets. Cette méthode est intéressante, mais l'ouverture d'un récipient est un phénomène un peu complexe pour la commodité de l'étude scientifique.

Yerkes, au lieu d'employer, comme ses prédécesseurs, l'appât d'aliments, utilisa l'influence particulièrement active des sensations désagréables. Des secousses électriques avertissaient le sujet qu'il avait fait fausse route.

(1) Voir Piéron : « *L'évolution de la Mémoire* », Paris, 1910.

Pawloff fit associer par des souris l'image auditive d'une sonnerie électrique et l'image d'aliments. Cette méthode se prête à une grande rigueur et a permis, en particulier, l'étude de l'hérédité des caractères acquis (1).

Quelque intérêt que présentent ces différentes méthodes, elles exigent la présence constante de l'expérimentateur, et il intervient, pour la plupart d'entre elles, un trop grand nombre de facteurs pour qu'on en puisse tirer facilement des conclusions précises.

M'inspirant des idées qui précèdent, je repris la question en 1923 et 1924, à l'Institut Pasteur de Paris, grâce à l'extrême obligeance de M. Danysz, chef du Service de Bactériologie Agricole, qui mit à mon entière disposition les nombreux animaux qu'il possédait.

Après un certain nombre d'essais plus ou moins heureux, je parvins à établir un appareil entièrement automatique, mû à l'électricité, qui permet l'étude du dressage d'un sujet animal à un travail quelconque (2) cela sans aucune intervention d'un cerveau humain, qu'on pourrait soupçonner, — ainsi qu'on l'a fait, et sans doute, à juste titre, pour les chevaux de Van Osten ou Krall (dits chevaux d'Elberfeld), — de fausser, consciemment ou non, le résultat des expériences.

Une cage à parois vitrées contient le sujet. Le sol de la cage est divisé en deux parties peintes, l'une en une teinte sombre, l'autre en une teinte claire. Chacune de ces parties porte un réseau électrique formé de deux fils de cuivre nus écartés de quelques millimètres et disposés en spires concentriques, de manière que la partie du sol considérée, soit entièrement parcourue par le réseau.

Un des grands côtés de la cage porte une boîte entièrement noircie, dans laquelle se meuvent deux disques colorés, l'un de couleur foncée, l'autre de couleur claire, qui viennent à tour de rôle se placer dans le faisceau d'un petit projecteur électrique. Les disques sont disposés de façon à être visibles de tous les points de la cage.

L'un des disques, fixe, peut être recouvert par l'autre disque, mobile. Le disque mobile est commandé par une came, reposant sur un guide de tôle, formant chemin de roulement, disposé sur une des faces d'une roue de commandes située à la partie supérieure de l'appareil.

L'autre face de cette roue porte des secteurs conducteurs, chargés de fermer et d'ouvrir, suivant un rythme déterminé et en correspondance avec les déplacements du disque mobile, trois circuits électriques différents : le circuit d'éclairage du projecteur, le circuit d'électrisation du sol foncé de la cage, le circuit d'électrisation du sol clair de la cage.

La rotation de la roue des commandes, qui doit être extrêmement lente (vitesse moyenne : deux minutes et demie) est assurée par un système démultiplicateur à vis sans fin, mû par un moteur électrique d'un quart de cheval monté dans un circuit comprenant un rhéostat capable de faire varier sa vitesse dans de larges limites.

Le sujet à dresser étant placé dans la cage, on met le moteur en marche. L'un des deux disques, le disque foncé, par exemple, se présente dans la zone éclairée par le projecteur ; le sujet dispose alors de quelques secondes de « réflexion » pour porter un « jugement » sur la teinte du disque ; puis, le même disque restant en place sous les rayons du projecteur, le réseau de fils de cuivre, disposé sur la partie du sol de couleur claire se trouve électrisé et le sujet, au cas où il ne l'aurait pas déjà fait, est obligé de se déplacer pour se rendre sur la partie foncée du sol, non électrisée, dont la teinte correspond à celle du disque présenté ; enfin, le projecteur s'éteint en même temps que l'électrisation du sol cesse, et le sujet, plongé dans l'obscurité, dispose alors de quelques secondes de repos avant que le projecteur ne se rallume et n'éclaire de nouveau un disque soumis à son « appréciation ». L'appareil fonctionne donc en trois temps, pour chaque présentation de disque :

1° — Eclairement du disque (A. fig. 1).

2° — Eclairement du disque et électrisation d'une des moitiés du sol (E. fig. 1).

3° — Repos (R. fig. 1).

Le rythme de succession des disques doit être suffisamment compliqué pour ne pouvoir être saisi par les sujets, afin que ceux-ci se guident sur la teinte du disque et non sur le rythme des secousses électriques reçues.

Pratiquement, les disques se succèdent dans l'ordre suivant : Foncé — Clair — Clair — Foncé — Foncé — Clair, etc...

L'appareil décrit ci-dessus est un appareil de dressage, qui peut être employé, non seulement pour amener les sujets à distinguer entre deux disques de couleur, mais aussi pour toutes sortes d'objets de couleurs ou formes différentes ; on peut même, en le modifiant très légèrement, obtenir la discrimination de sons ou d'odeurs quelconques.

Ce modèle exige encore la présence d'un être humain, non plus pour la besogne même du

(1) Voir Pawloff. Communication au *Congrès International de Physiologie d'Edimbourg*, 1923.

(2) Voir : « Recherches sur le Dressage Automatique », *L'Année Psychologique*, 1923. « Comptes rendus des Séances de la Société de Biologie ». 1924. t. XC, p. 749. « Des machines qui pensent » *La Nature*, 15 mai 1927. « La Psychologie expérimentale », « La Zoo-Sociologie expérimentale ». *La Voix*, 5 et 12 août 1928. « Note sur une Zoo-Sociologie expérimentale ». Mémoire présenté au *Premier Congrès International de Psychologie appliquée*, Paris, 1929.

dressage, mais pour le pointage des résultats obtenus. Rien n'est plus facile, cependant, que de supprimer la nécessité d'une telle présence, en utilisant un sol à bascule, capable de s'abaisser sous le poids du sujet, du côté où il se place. Chaque partie du sol porte un style capable d'inscrire ses déplacements, à côté d'une ligne figurant les déplacements des disques, sur une bande de papier animée d'un mouvement continu de translation. L'appareil enregistre alors

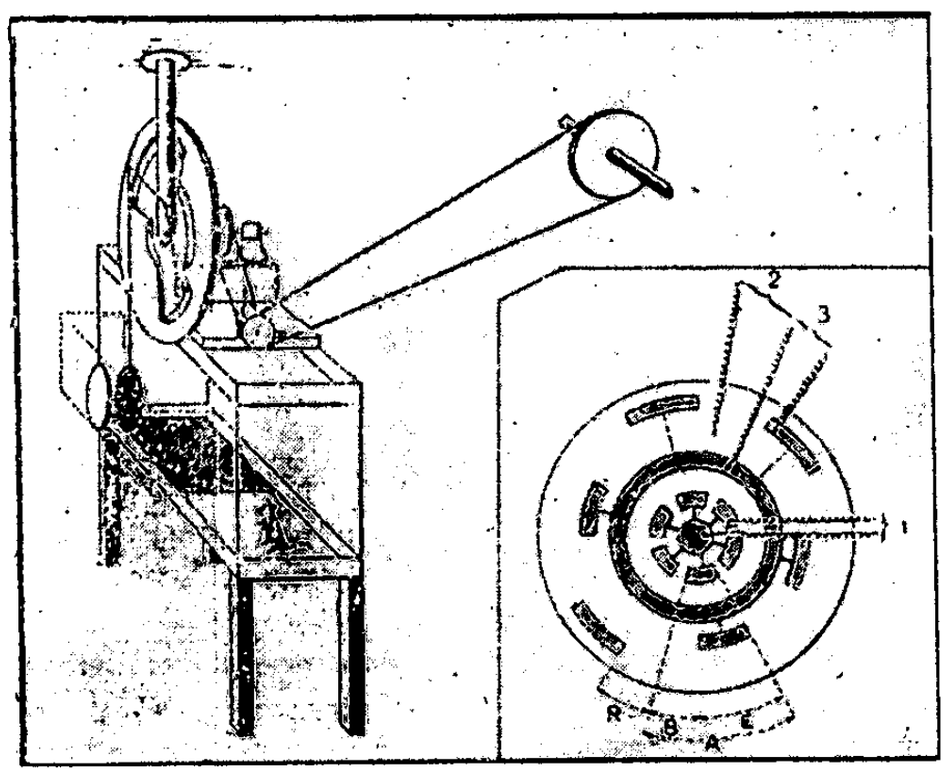


Fig. 1. — Schéma de l'appareil dresseur.
A. Allumage du projecteur ; B. « Réflexion » du sujet ; E. Electrisation ; R. Repos. — 1. Circuit du projecteur ; 2. Circuit d'électrisation du sol foncé ; 3. Circuit d'électrisation du sol clair.

automatiquement tous les déplacements du sujet. Il est susceptible de dresser complètement un animal pour un travail donné et de tenir un compte rendu détaillé du dressage, en dehors de toute intervention humaine.

Les sujets étudiés à l'Institut Pasteur, au moyen de l'appareil automatique, ont été principalement des rats et des cobayes.

Le dressage d'un sujet quelconque, dans l'appareil dresseur, se fait en deux stades. Tout d'abord, le sujet apprend à distinguer les deux moitiés du sol d'après leurs teintes différentes, et il acquiert cette notion que, lorsqu'il est électrisé sur l'une des parties, il doit se rendre sur l'autre, dans le réseau de laquelle il ne passe aucun courant. Dans une seconde étape, le sujet associe les images des disques colorés à celles des parties du sol sur lesquelles il doit se tenir pour n'être pas électrisé, et il se déplace alors en concordance avec les présentations de disques, sans qu'il soit même nécessaire d'employer la stimulation du courant électrique.

En ce qui concerne la distinction des deux parties du sol, les rats se sont montrés inférieurs aux cobayes, à cause, sans doute, de la placidité plus grande de ces derniers. Alors que la distinction des deux parties du sol est faite, en moyenne, par les rats en trois séances (1), les cobayes font généralement cette distinction dès la fin de la première séance.

Les premiers déplacements corrects, c'est-à-dire effectués en correspondance avec les présentations de disques avant le passage du courant d'électrisation, ne sont obtenus qu'au bout d'un temps sensiblement plus long. Les rats commencent généralement à se déplacer correctement à la quatrième ou cinquième séance ; un sujet particulièrement remarquable effectue quelques déplacements corrects dès la troisième séance. S'ils distinguaient les deux parties du sol plus rapidement, que les rats, les cobayes cependant, n'étaient pas encore parvenus au second stade du dressage au bout du temps nécessaire pour que le dressage du rat soit terminé (15 séances). Il est possible, malgré cet échec, qu'on parvienne à dresser les cobayes en multipliant trois ou quatre fois le temps de dressage, eu égard à la faible intelligence de ces animaux.

Lorsqu'on examine une courbe de dressage de rats (fig. 2), on remarque que la vitesse d'ac-

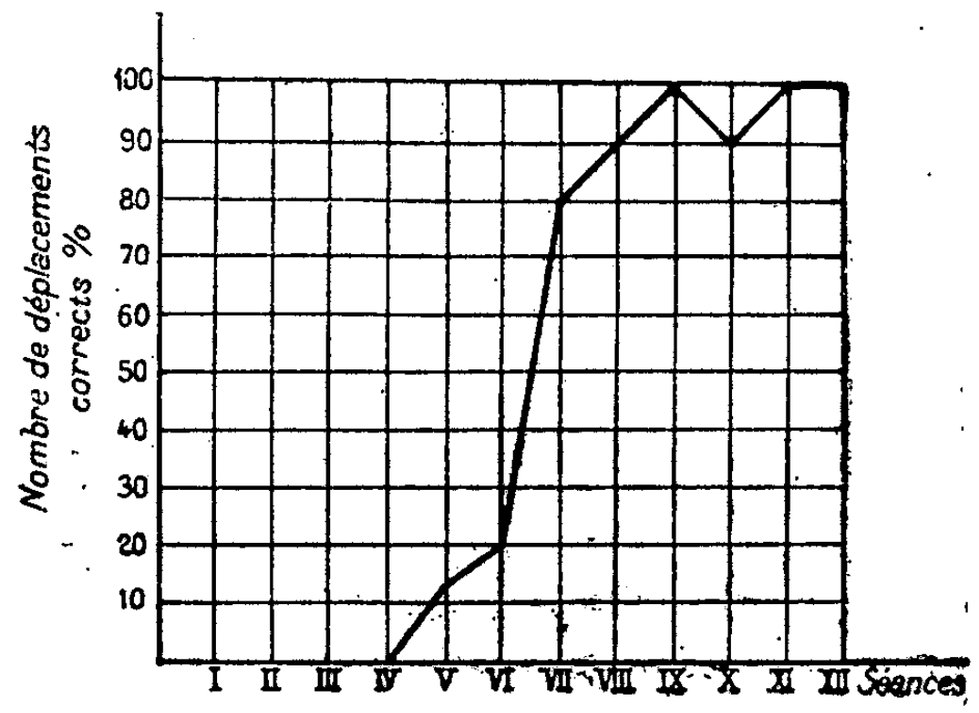


Fig. 2.
Courbe de dressage en commun de deux rats blancs. L'adaptation apparaît à partir de la quatrième séance.

croissement du nombre des déplacements corrects, faible au début, augmente rapidement jusqu'au milieu de la courbe, pour diminuer de nouveau à la fin. Les détails des courbes varient suivant les sujets, mais, chez tous les sujets étudiés, l'allure générale de la courbe fut celle que nous indiquons.

Des inégalités très considérables existent entre les facultés intellectuelles des individus appartenant à une même race. On vérifie cette assertion lorsqu'on pratique le dressage des rats. Le temps mis par ces animaux à distinguer les

(1) Dans toutes les expériences ci-après, les séances ont été de vingt minutes et se sont succédées à raison de deux par jour ; l'une à 10 heures, l'autre à 15 heures.

deux parties du sol de l'appareil employé, peut, ainsi que nous l'avons montré plus haut, varier du simple au double. Le nombre de séances nécessaires pour obtenir les premiers déplacement corrects, peut varier entre deux et neuf. Le temps de « réflexion » nécessaire pour obtenir un déplacement correct à la fin du dressage est généralement d'une seconde ; il peut devenir ¼ à 5 fois plus court pour les sujets remarquables et peut s'allonger jusqu'à 6 ou 7 secondes pour les sujets les plus mal doués.

Les courbes de dressage présentent, pour cer-

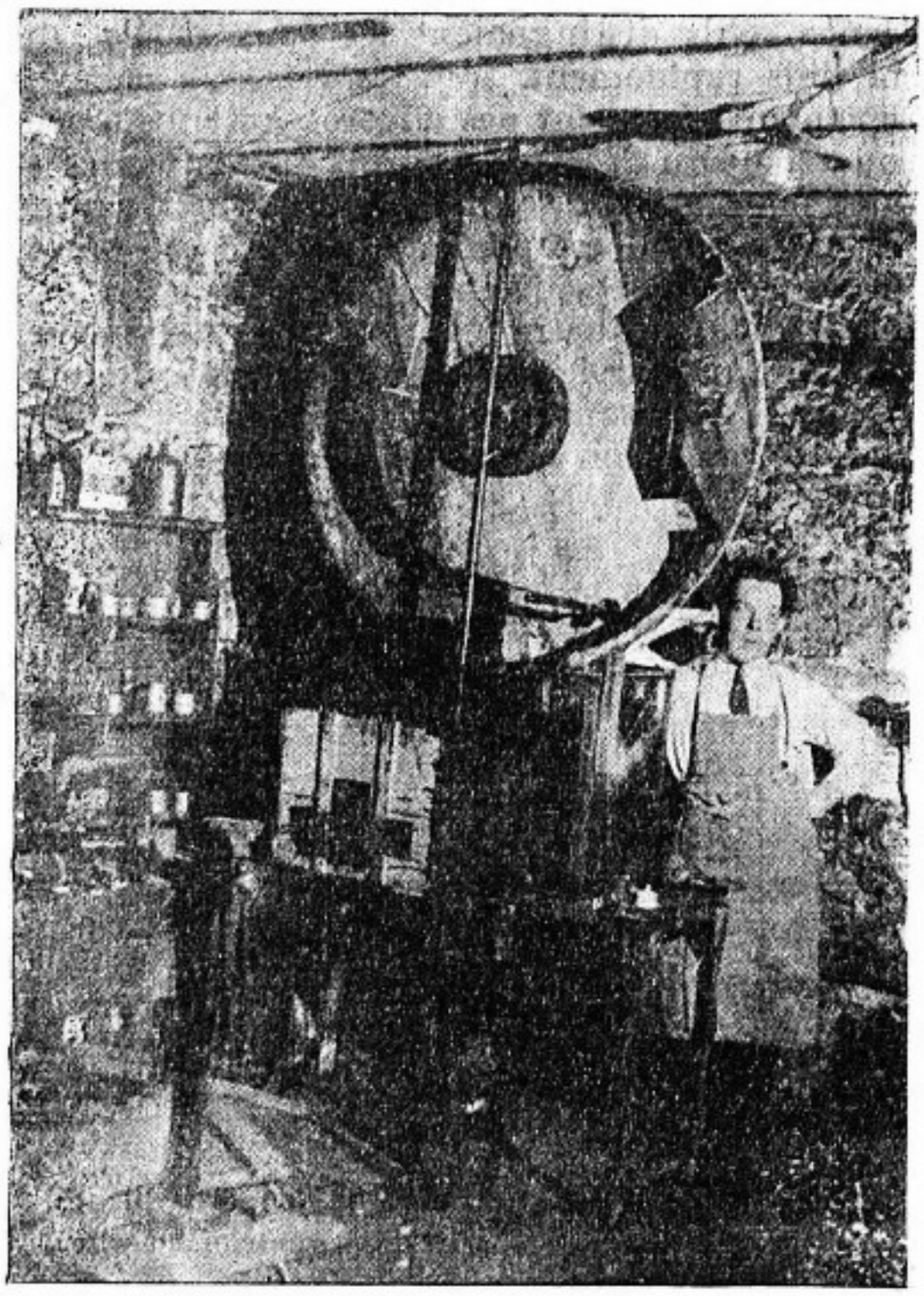


Fig. 3. — Vue générale de l'appareil dresseur.

tains sujets, une croissance brusque (ainsi que l'a remarqué Thorndike dans ses expériences sur les singes), de telle manière que tout se passe comme si le rat avait subitement « compris » la relation existant entre les teintes des disques et celles du sol.

Le sujet qui, au début du dressage, avait présenté des signes évidents d'affolement, puis, qui s'était peu à peu calmé, semble nettement « réfléchir » quelque temps avant l'apparition des premiers déplacements corrects. Il se dresse sur ses pattes, le regard dirigé vers le disque éclairé, reste quelques instants immobile, esquisse d'un air inquiet, quelques mouvements, puis, subitement, se rassure s'il est placé sur la partie du sol correspondant au disque présenté, ou bien bondit de l'autre côté si sa position n'est pas correcte et, là, lisse son poil, sans plus se soucier de rien, jusqu'à la présentation du disque suivant.

Ce phénomène de « réflexion » se présenta en moyenne au bout de cinq séances ; les nombres extrêmes de séances constatées furent de deux et sept. L'écart entre les sujets d'une même race peut dépasser le double du temps nécessaire au sujet le plus intelligent pour « comprendre » ce qu'on attend de lui.

L'âge des sujets est un facteur important du développement intellectuel. Une certaine maturité est nécessaire, mais des animaux trop âgés n'ont plus une plasticité suffisante. L'âge optimum pour le dressage du rat est sans doute compris entre six mois et un an. Le sexe des sujets présente peut-être aussi un certain intérêt.

Très rapidement, le temps de « réflexion » nécessaire pour obtenir un déplacement correct, qui atteignait, au début, chez le rat, dix secondes environ, lors des premiers déplacements exécutés en correspondance avec la présentation des disques, s'abaisse jusqu'aux environs d'une seconde. Toutes les courbes figurant le temps de réflexion présentent une accélération notable de la vitesse de réflexion, pendant le second tiers des séances de dressage.

Le temps de réflexion est augmenté, tout au moins au début du dressage, par des périodes de non-réflexion correspondant à des mouvements inutiles du sujet. Il arrive, par exemple, que le sujet, après avoir présenté tous les signes de l'attention, se déplace et se rende sur l'autre partie du sol, quoiqu'il ait été correctement placé lors de l'apparition du disque : dès qu'il est parvenu sur la partie du sol où il ne doit pas être, le sujet se rend compte de son erreur et se hâte de regagner le lieu où il se trouvait avant de se déplacer. Les déplacements de cette sorte, extrêmement fréquents au début du dressage, disparaissent au bout de quelques séances ; le sujet n'obéit plus à ses impulsions ; il « réfléchit » mûrement avant de se décider.

Pour se déplacer sur le sol, qu'il soit guidé par son « jugement » ou contraint par l'électrisation qu'il subit, le sujet met un certain temps. Nous appellerons « temps de déplacement », le temps écoulé entre l'instant où le sujet ressent la première secousse ou bien l'instant où il commence à se mettre en mouvement après avoir « estimé » n'être pas correctement placé, et l'instant où il se trouve tout entier sur l'autre partie du sol.

Au début du dressage, le rat présente tous les signes de l'affolement. Il bondit convulsivement dans la cage et fait une dépense considé-

rable de mouvements. Dès qu'il a distingué les deux parties du sol, il se calme ordinairement ; il sait, en effet, qu'aussitôt après avoir quitté une partie électrisée, il est en sûreté sur l'autre. Peu à peu, le sujet arrive à économiser ses mouvements, par un processus tout à fait analogue à la « Taylorisation » des mouvements dans l'industrie, au point que, bientôt, il se placera, pour réfléchir, non plus dans un coin de la cage, aussi loin que possible de l'autre partie du sol, mais tout au bord de cette partie, de façon à n'avoir qu'un effort insignifiant à faire au cas où il reconnaîtrait l'utilité d'un déplacement, et à subir beaucoup moins longtemps l'électrisation s'il avait commis une erreur.

Quand le rat commence à distinguer les deux

Fig. 4. — Dressage des rats. — Détails de la cage.

parties du sol, c'est-à-dire à la deuxième séance, il met en moyenne dix secondes pour quitter la moitié électrisée de la cage. La moyenne des temps de déplacement tombe à cinq secondes à la troisième séance. Puis la disparition des mouvements inutiles se ralentit; le temps de déplacement atteint une seconde vers la sixième séance, pour devenir quatre ou cinq fois moindre, pour les sujets les plus intelligents, entre la huitième et la neuvième séance.

Les mouvements sont alors tout à fait adaptés et le sujet obéit aux présentations des disques avec un automatisme remarquable.

Des indications intéressantes sur les facultés de mémoire et d'oubli ont été également obtenues au moyen de l'appareil automatique. Ce sont là, en effet, les facultés les plus susceptibles d'une étude scientifique en psychologie zoologique, lorsqu'on dispose d'un instrument du genre du nouvel appareil.

Au lieu d'étudier un sujet isolé, on peut dresser en commun plusieurs sujets. Le travail en groupe présente, en effet, sur le travail isolé, un certain nombre d'avantages.

Tout d'abord, lorsque plusieurs sujets travaillent ensemble dans un appareil, les chances d'erreurs diminuent dans une proportion très considérable, car si l'un des sujets a agi différemment de ses camarades, il est inquiet, « réfléchit » profondément et ne persiste dans sa décision que s'il a de sérieuses raisons de le faire. De plus si, s'étant trompé, un sujet agit différemment des autres, ses bonds et ses cris, au moment de l'électrisation, avertissent utilement ceux-ci de ce qui leur serait advenu s'ils n'avaient pas porté un « jugement » correct. Enfin, s'il s'agit d'un appareil effectuant un triage réel, tels que ceux dont je parlerai plus loin, la distribution dans telle ou telle case des objets présentés étant commandée par le déplacement du sol sous le poids des sujets, et la majorité des sujets se plaçant sur une partie du sol, le « jugement » de cette majorité fera loi et les erreurs individuelles seront ainsi éliminées.

Fait à ne pas négliger : le travail en commun semble beaucoup moins désagréable aux rats et aux cobayes que le travail isolé. Il convient de noter un inconvénient correspondant, d'ailleurs d'assez peu d'importance : les sujets dressés en commun éprouvent, surtout au début, quelques distractions du fait du voisinage de leurs camarades.

L'appareil décrit ici se prête avec beaucoup de souplesse à l'étude du comportement animal, dans des conditions toujours semblables et, en particulier, à des recherches sur la mémoire, l'attention, la fatigue, l'adaptation des mouvements, l'association des images, etc... Des appareils voisins, établis sur le même principe, permettraient l'emploi non plus d'images visuelles (disques de couleur), mais auditives ou olfactives. Il serait ainsi possible, en faisant varier la nature et l'intensité du phénomène présenté, d'étudier systématiquement les limites de la gamme sensorielle dont dispose un sujet donné.

De plus, l'appareil automatique auto-inscripteur rendra pratique l'étude systématique d'un très grand nombre de sujets, cela avec une main-d'œuvre réduite, ce qui n'est, après tout, nullement à dédaigner aujourd'hui.

Un nouvel appareil est à l'heure actuelle en voie d'achèvement dans mon laboratoire d'Issy-les-Moulineaux. Il comportera un sol composé de six réseaux électriques distincts susceptibles d'être réunis ou utilisés séparément, de manière à permettre l'éducation de sujets isolés ou en groupes, par dressage à des travaux de complexité croissante.

Les dimensions de la cage seront suffisamment vastes pour permettre à plusieurs sujets d'y évoluer à l'aise ; la position de ceux-ci sera constamment contrôlée, grâce à un dispositif électrique permettant de les soustraire à la vue de l'expérimentateur, et évitant ainsi, réciproquement, l'influence possible de l'observateur sur les sujets.

Un jeu convenable de combinateurs électriques permettra de réaliser en quelques secondes les montages de circuits nécessaires pour effectuer des expériences où le sol de la cage soit divisé en un nombre quelconque de parties distinctes, en branchant en parallèle les circuits indépendants d'électrisation à réunir, et en répartissant ces circuits entre les différentes lampes colorées qui seront soumises à l'appréciation des sujets.

*
* *

Remarquons en passant que des appareils, tels que le modèle automatique que nous venons d'examiner, permettent le dressage de sujets en vue de travaux industriels simples.

Des appareils industriels, dont j'ai d'ailleurs établi les projets, utiliseraient pour des travaux effectifs, tels que des triages simples, des sujets préalablement dressés par l'appareil automatique. Aucune électrisation ne correspondrait aux objets soumis au « jugement » du sujet ; le triage n'en serait pas moins correct, pourvu qu'on ait soin de faire passer de temps en temps des objets types, auxquels correspondrait une électrisation du sol, utile au cas où l'attention du sujet se serait relâchée. Les objets à trier seraient présentés successivement au sujet, grâce à un dispositif de distribution approprié ; le sujet se placerait sur la partie du sol correspondant à l'objet présenté et provoquerait ainsi la chute de ce dernier dans un récipient destiné à recevoir les objets de même type.

On peut prévoir qu'après avoir été dressés successivement à l'exécution de plusieurs triages, des animaux particulièrement intelligents ne se borneraient plus seulement à se déplacer sur le sol, en correspondance avec les présentations d'objets, grâce à une association d'images connues (teinte de l'objet d'une part, électrisation sur la partie du sol de teinte différente, d'autre part), mais parviendraient à généraliser la relation existant entre l'objet présenté et la partie du sol non électrisée.

On pourrait employer alors les sujets en question dans un appareil à touches multiples (1), dont le sol serait constitué par un nombre aussi grand qu'on voudrait de plaques mobiles contigües possédant chacune la teinte ou la forme d'un des objets à trier.

Lorsqu'on présenterait un objet au sujet, celui-ci, même s'il n'avait jamais vu auparavant cet objet, chercherait sur le clavier formé par le sol de la cage, la touche sur laquelle il devrait se rendre pour éviter l'électrisation qu'il subirait sur une quelconque des autres touches. Chaque touche porterait, à cet effet, un réseau électrique indépendant. Des objets-types, auxquels correspondrait une électrisation effective des réseaux, passeraient de temps à autre dans l'appareil, afin de maintenir en éveil l'attention du sujet.

Des animaux, capables d'être utilisés dans un appareil semblable, seraient dressés une fois pour toute et pourraient exécuter, après un très court temps d'adaptation, des travaux de triage quelconque.

Il n'est pas interdit de penser qu'un jour, des équipes d'animaux se substitueront aux hommes pour les travaux industriels inférieurs. On utilise encore l'homme pour un certain nombre de ces travaux, faute de pouvoir lui substituer des appareils automatiques économiquement utilisables : par exemple, pour la séparation d'objets ne présentant que des différence de couleur ou de dessin, le classement de fruits suivant maturité, d'œufs suivant fraîcheur, le classement des déchets métalliques d'après leur couleur, le triage de certaines semences, le triage des laines et cotons bruts, etc. Pour quelques-unes de ces opérations, le cerveau animal serait d'un emploi beaucoup plus économique que le cerveau humain.

D'autre part, des besognes que l'homme était incapable d'effectuer, étant donné l'état de ses sens, seraient rendues possibles, grâce à toute la gamme des appareils sensoriels dont on disposerait dans l'échelle animale. Le cerveau animal ayant été en quelque sorte « soudé » à la machine par des appareils tels que ceux que nous avons décrits, et l'automatisme en matière mécanique continuant son évolution actuelle, l'homme tendrait de plus en plus à devenir un cerveau uniquement créateur.

On a souvent répété que l'industrie évoluait vers un machinisme généralisé, et que les organes inertes tendraient de plus en plus à se substituer aux « rouages vivants ». On peut néanmoins penser qu'il en sera sans doute autrement. La machine remplace avantageusement l'animal comme moteur ; la matière vivante ayant sur la matière inerte une supériorité superflue ou nuisible (l'animal n'étant pas que muscle, ne s'adapte qu'imparfaitement au rôle qu'on veut lui faire jouer ; il possède une série d'organes inutiles et, par conséquent, nuisibles

(1) Les expériences de Cole sur le raton laveur permettent d'affirmer la possibilité d'emploi d'un semblable appareil. L.-W. Cole « Concerning the intelligence of racoons ». *Journ. of comp. Neur. and Psych.*, 1907, XVII, p. 211.

au but poursuivi) ; la machine, dans un champ d'action limité, atteint une efficience beaucoup supérieure.

Mais, tout semblablement, le cerveau animal pourra avantageusement remplacer le cerveau humain, là où la supériorité de ce dernier est superflue et même nuisible (travaux taylorisés à l'extrême), où son emploi est un pur gaspillage, où le cerveau animal, dans un champ d'action limité, peut atteindre, par sa spécificité même, une efficience plus grande, où la concurrence de la machine, enfin, est encore loin de pouvoir se faire sentir.

Ces anticipations ne sont peut-être pas absurdes, étant donné les résultats acquis ; mais quels espoirs ne sont pas permis si l'on envisage la possibilité de transmission héréditaire d'une habitude individuelle, qui semble bien établie par les travaux de divers auteurs (1) ? Quel rôle industriel pourraient jouer des animaux héréditairement aptes à un dressage donné, ou même, d'une manière plus générale, héréditairement aptes à recevoir une éducation mentale? Nous l'ignorons encore, mais il nous est permis de ne pas le juger négligeable.

*
* *

Dürkheim, au siècle dernier, a posé les bases d'une science qui se propose un objet vaste et complexe, le plus complexe même de tous les objets : l'étude de la Société.

Pour entreprendre d'établir les lois du comportement social, il est nécessaire de poser ce postulat très discuté, indispensable d'ailleurs dans toutes les sciences, mais admis alors sans difficultés, que, dans des conditions semblables, les mêmes phénomènes sociaux se reproduisent. Ceci accepté, rien ne s'oppose plus à ce qu'on cherche à tirer des faits les lois auxquelles ils obéissent.

Jusqu'à présent, la sociologie n'a pas été une science expérimentale et s'est bornée à chercher dans l'histoire la vérification des hypothèses qui sont les bases mêmes de tout travail tendant à accroître notre connaissance du monde. Or, les faits historiques n'ont même pas, dans la plupart des cas, été observés par des historiens capables d'apporter à la constatation d'un événement, le minimum nécessaire d'esprit critique. On essaie bien — et les sociologues actuels excellent dans cet art, — d'utiliser des événements historiques moins usés que ceux survenus du temps de la grandeur athénienne ou romaine. Dans ce cas, on se contente d'employer des faits contemporains, le plus souvent mal vérifiés, que des individus sans compétence ont été, par hasard, à même d'observer.

Seraient-ils doués, d'ailleurs, de toutes les qualités d'un observateur sagace et impartial, que leur témoignage serait également dénué d'intérêt, car il ne porterait pas sur les faits importants, noyés, aux yeux d'un témoin non prévenu, dans la masse des faits accessoires. On ne voit clair, dans l'enchevêtrement des faits, qu'à la lueur des idées préconçues.

La sociologie sera-t-elle donc indéfiniment une science mineure, incapable d'asseoir son développement sur une base ferme échappant aux mille nuances de l'appréciation subjective ?

Il n'y a aucune nécessité logique à ce qu'il en soit ainsi. Puisque la psychologie est devenue une science expérimentale, pratiquée au Laboratoire suivant un plan conçu par l'expérimentateur, grâce à la substitution de l'observation *in anima vili* à la constatation clinique (cet autre art historique), pourquoi la Sociologie ne suivrait-elle pas une voie parallèle en tentant les mêmes démarches ?

A la suite de mes travaux de 1923 et 1924 sur le comportement de sujets animaux isolés placés, en dehors de l'influence de tout observateur, dans des conditions bien déterminées où ils doivent porter un « jugement », donc produire un travail mental relativement élevé, j'ai eu l'idée d'étudier dans mes appareils automatiques de dressage, non plus des sujets isolés, mais des groupes de sujets.

Mon étonnement n'a pas été médiocre lorsque je constatai, dès la première expérience, que chaque sujet d'un même groupe ne réagissait pas, dans des conditions cependant toutes semblables, de la même manière que s'il avait été seul. Il me fut ainsi donné d'assister à de véritables réactions sociales d'une foule animale artificiellement constituée.

L'idée me vint alors qu'il serait possible de poursuivre l'étude du comportement de sociétés animales créées et modifiées au gré de l'expérimentateur.

La chose, du point de vue technique, n'est guère compliquée. Qu'on place quelques sujets dans différentes cages, reliées entre elles au moyen de connections électriques, de façon à réaliser entre les animaux en expérience ce que nous appellerons un *montage social ;* qu'on dispose ces connections de manière à créer entre les sujets toute une hiérarchie de devoirs et de droits réciproques ; qu'on ne permette, par exemple, à un groupe d'animaux de s'alimenter que si l'un d'entre eux s'alimente lui-même ; on aura alors réalisé un véritable type de Société, avec interdépendance des individus qui la composent.

Dans ce cas précis, l'animal que nous nom-

(1) Voir : Ch. Bonaparte. « Transmission of experience in the form of instinctive Knowledge ». *Magazine of Natural History*, 1838, t. II, p. 50; et : Pawloff, *loc. cit.*

merons *le chef*, par assimilation aux sociétés humaines, prendra-t-il conscience de sa responsabilité vis-à-vis de ses *sujets* ? Son comportement en sera-t-il modifié ? Nous savons déjà qu'en tant qu'individu doué des mêmes prérogatives que chacun de ses voisins, il se comportait différemment suivant qu'on le plaçait dans une foule ou qu'on le laissait isolé. Il est permis de penser que son nouvel état modifiera également son comportement et que la Société, pourtant soumise à lui, réagira sur lui.

Mille expériences de même nature, tendant, par une complexité croissante des montages sociaux, à réaliser des types de plus en plus élevés de Sociétés, peuvent être imaginées.

On peut placer, par exemple, l'une en face de l'autre et de manière que tout sujet placé dans l'une d'entre elle aperçoive entièrement l'intérieur de l'autre, deux cages à sol divisé en touches de couleurs différentes, chacune de ces touches portant un réseau électrique semblable à ceux d'une cage automatique à dressage individuel. Dans l'une des cages, on mettra *le chef* et dans l'autre les *sujets*. Ceux-ci devront tous se placer sur la touche de leur cage présentant la même couleur que celle où se sera placé le *chef*, sous peine d'être électrisés.

On pourra placer trois individus au lieu d'un seul dans la cage du *chef* et obliger les *sujets* à se placer sur la couleur choisie par la majorité des *chefs*. Pour ceci, les *chefs* seront choisis de poids voisins, et le basculement d'une touche de leur cage se fera sous l'influence du poids le plus considérable.

Au lieu de laisser directement percevoir les gestes du *chef* par les *sujets*, il est facile d'interposer entre lui et eux une ou plusieurs classes intermédiaires, placées dans d'autres cages, et dont chacune d'elles ne verra que la classe dont elle devra suivre les mouvements et celle qui suivra les siens.

On peut également introduire tous les sujets dans une même cage et obliger chacun d'eux, toujours sous la crainte de l'électrisation, à se placer sur la touche choisie par la majorité de ses camarades.

Il est possible d'imaginer un nombre indéfini d'expériences semblables, qui permettraient la recherche dans toute la gamme des formes sociales connues.

L'étude expérimentale de la plupart des branches de la sociologie serait ainsi possible. Il ne s'agit, pour y parvenir, que d'un peu de patience et d'habileté technique.

Jusqu'à présent, les lois sociales les plus simples nous ont échappé ou, du moins, nous n'avons pu les connaître avec certitude, faute par le sociologue de disposer de la faculté d'expérimenter, comme on le fait dans toutes les sciences qui ne touchent pas à l'homme. Lorsqu'on sera en mesure de créer et de modifier à sa guise de petites sociétés animales, on pourra, peut-être, dégager des expériences faites, les lois fondamentales qui régissent la grande Société : la nôtre.

Certes, il sera nécessaire, dès le début des études de ce nouvel ordre, d'éviter un sérieux écueil. Il s'agira de ne pas se laisser influencer par nos connaissances en sociologie humaine, et de ne pas se donner le ridicule d'essayer de réaliser du jour au lendemain des montages trop exactement calqués sur les formes les plus complexes de l'organisation sociale. Rien d'utile ne saurait sortir de semblables tentatives, et celles-ci ne pourraient que discréditer le nouvel ordre de travaux.

Cette réserve faite, on peut espérer que les expériences poursuivies dans le sens que je viens d'indiquer, permettront non seulement d'acquérir d'utiles connaissances sur le comportement d'individus placés dans un groupe social artificiellement constitué, mais encore de jeter les bases de cette branche nouvelle de la psychologie zoologique, s'occupant du comportement des groupes sociaux eux-mêmes en face d'excitations données et constituant, à proprement parler, la *Zoo-Sociologie Expérimentale*.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Perméabilité des tissus de vêtement au rayonnement solaire. — M. Mörikofer (*Archives des Sciences physiques et naturelles*, novembre-décembre 1930) a déterminé dans diverses régions spectrales la perméabilité aux rayons solaires de quelques tissus utilisés pour la confection des vêtements. Les échantillons des tissus portés par un cadre en métal étaient disposés devant l'appareil servant à la mesure du rayonnement solaire. L'étude de la perméabilité au rayonnement solaire total ainsi qu'à la partie rouge de ce rayonnement a été faite au moyen d'un actinomètre de Michelson à lame bimétallique, muni ou non d'un écran en verre rouge; pour la région ultra-violette, l'auteur a utilisé une cellule photo-électrique au cadmium. Vingt-deux tissus de consistances très différentes ont ainsi été examinés : avant la teinture, après un traitement à l'eau bouillante, teints en rouge, en bleu et en noir.

Comme il fallait s'y attendre, les divers tissus présentent une perméabilité très différente. Le tricot est assez perméable tandis que la flanelle et des tissus plus épais sont presque opaques. Il n'existe pas de relation simple entre la perméabilité au rayonnement et le poids ou l'épaisseur ou encore le volume des pores des tissus. Lorsqu'on compare les résultats avec la nature de la fibre, on constate que la perméabilité est faible pour les tissus de laine et de soie, plus élevée pour le lin. Les draps de coton peuvent présenter tous les degrés de perméabilité, depuis ceux qui correspondent à des tissus très perméables jusqu'à ceux de tissus opaques. En ce qui concerne le mode de tissage, on constate que la flanelle et le crêpe sont très peu perméables. Il n'est du reste pas possible d'établir une relation simple entre la perméabilité et le genre du tissu, puisqu'on peut faire des tissus plus ou moins serrés avec n'importe quelle fibre et selon n'importe quel mode de tissage. L'influence du traitement à l'eau bouillante est variable; tantôt la perméabilité augmente, tantôt elle diminue, certains tissus ne sont presque pas modifiés.

La teinture diminue, en général, la perméabilité. Les tissus teints en noir sont un peu moins perméables que les tissus rouges ou bleus. On ne peut pas constater une perméabilité sélective pour le rayonnement dans diverses régions spectrales tant qu'il s'agit de tissus blancs. Dans les tissus teints, on constate que les rouges laissent passer plutôt les rayons de grandes longueurs d'onde, tandis que les étoffes bleues sont perméables aux rayons de petites longueurs d'onde. Mais ces différences ne sont pas très considérables et ne peuvent guère jouer un rôle au point de vue hygiénique.

« En résumé, indique l'auteur, on peut tirer de ces observations la conclusion que la perméabilité aux rayons est due en première ligne à l'existence de pores; la perméabilité de la fibre elle-même n'est pas très considérable ».

A. Bc.

Physique du Globe

La Terre, et ses conditions d'existence. — Dans une étude récente, Grégory a envisagé les conditions d'existence et le mécanisme de notre planète.

Les observations géologiques, qui s'adressent à la lithosphère ou croûte terrestre, représentant seulement le 1/500e du rayon terrestre, ne sauraient se généraliser, à cause du défaut d'homogénéité de l'ensemble. C'est ce que signale, en particulier, l'étude de la densité, entreprise déjà par Newton. Tandis que le calcul conduit, pour la densité d'ensemble, à une valeur de l'ordre de 5.5, la densité des roches superficielles n'est que moitié environ. Le fait a été interprété par l'hypothèse d'une masse interne, la barysphère, plus dense que la croûte. La barysphère elle-même comporterait un noyau nickel-fer. Ainsi notre globe, à âme métallique, serait assez assimilable à un gigantesque projectile d'artillerie, se propulsant à travers l'espace à une vitesse considérable.

C'est la différence de densité qui a provoqué la séparation de la litosphère et de la barysphère. Les silicates légers et les matières terreuses de la croûte ont flotté à la surface de la lourde masse métallique, à la façon des impuretés dans la fusion métallurgique des minerais de fer. La lithosphère ne serait qu'un gangue.

Dans un stade antérieur, la Terre a manifestement joui d'une plasticité suffisante pour pouvoir se mouler en un sphéroïde. La chaleur interne, intervenue alors, se fait encore actuellement sentir dans les mines profondes, et les sources thermales la décèlent. Mais, à mesure qu'on s'enfonce, la température croîtrait moins vite qu'il n'y paraît dans le sous-sol proche. Dans ces conditions, en effet, la température centrale, fournie par le calcul, dépasse de beaucoup les quelques milliers de degrés prévus par les considérations géologiques.

La croûte solide, formée en dépit de la chaleur interne, s'est épaissie au cours du temps, au point de perdre toute influence sur le climat. Les fossiles, en effet, révèlent des fluctuations climatiques demeurées purement locales. En outre, l'équivalence approximative des dimensions des gouttes de pluie dans les roches de tous âges indiquerait la constance des agents météorologiques.

Il est donc à présumer, observe Grégory, que la croûte terrestre avait déjà acquis son épaisseur et sa solidité lors de la période cambrienne. Auparavant, sur une écorce plus mince et plus frêle, l'eau se répartissait dans des mers très disséminées, de surface totale relativement faible. Le rehaussement de l'eau, et son passage à travers les fissures ont provoqué un élargissement constant des mers.

Les régions polaires ont subi des dénivellations, qui ont laissé le vestige de plages horizontales élevées.

S. V.

Nature (de Londres), 20 décembre 1930.

Anthropologie

Au delà de l'ologénèse. — Le créateur de l'ologénèse, Daniele Rosa, vient de fêter son 70e anniversaire. A cette occasion, ses collègues, ses amis, ses disciples, au nombre d'une quarantaine — dont quatre Français : Cuénot, Gravier, Manquat et l'auteur de ces lignes —, ont collaboré à la publication d'un volume majestueux de 1100 pages, paru sous les auspices des professeurs Giuseppe Colosi et Umberto Pierantoni, dans la collection de l'*Archivio zoologico italiano*. Mais, en outre, de cette œuvre parue en son honneur, Rosa lui-même publiait la version française de sa doctrine, sous le titre *L'Ologénèse : Nouvelle théorie de l'évolution et de la distribution géographique des êtres vivants* (à Paris, chez Alcan). Cette présentation en notre langue de la base biologique d'une théorie, dont les développements appliqués à l'homme sont connus des lecteurs de cette revue, nous est une occasion d'exposer quelques considérations dont le germe se trouve dans *L'Ologenèse* et dont l'énoncé répond aux questions que posent les esprits préoccupés des problèmes à résoudre à la limite des domaines scientifique et métaphysique.

L'ologenèse repose sur trois grands principes qui ne sont pas associés artificiellement, mais nécessairement :

1° L'évolution des êtres se fait — sauf pour les caractères secondaires qui séparent entre elles les variétés — selon des forces internes et non pas selon des forces externes. Il en est donc du développement des espèces comme de celui de l'individu à partir de l'œuf. En d'autres termes, les orthogenèses qui, pour les transformistes (évolutionnistes externes), sont des processus exceptionnels, difficiles à expliquer, sont, au contraire, la règle normale du développement des phyla.

2) L'ensemble des êtres d'un groupe ne remonte pas à un couple, mais à un très grand nombre d'êtres identiques entre eux, occupant donc non un point, mais une aire vaste. Comme en remontant les annales de la paléontologie, les espèces sont de plus en plus synthétiques, les aires occupées par les êtres d'autrefois sont de plus en plus vastes plus on remonte vers l'origine de la vie; et la vie a pris naissance simultanément sur l'ensemble des

terres (monogenèse ubiquitaire=ologenèse), quelle que lente qu'ait pu être la réalisation du processus. Le chapitre consacré par Rosa à la biogéographie est à mentionner tout particulièrement en connexion avec ce principe.

3) La succession des espèces se fait par dichotomie mutatrice, une espèce-mère s'éteignant en donnant naissance à 2 espèces-filles (d'ailleurs de valeur inégale, l'une étant précoce et l'autre tardive).

On a reproché à Rosa cette dichotomie obligatoire. On l'a dénommée un corset de force, ne paraissant pas correspondre à la diversité des jeux que se permet la nature et à la malléabilité de la matière vivante. Elle représente pourtant un minimum.

Dans l'ologenèse, la sélection ne frappe pas les individus, mais les espèces. On peut donc se demander, en effet, si, une espèce-mère n'ayant que 2 espèces-filles, la probabilité qu'elles ont d'être adaptées au milieu n'est pas trop faible. Pour répondre à l'objection, nous laissons la parole à Rosa (p. 274) :

« Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le dire, une espèce primordiale qui se multiplierait dans le cours des temps suivant la progression 2, 4, 8, 16, 32, ...donnerait déjà à sa cinquantième division plus d'un quatrillion d'espèces.

Ceux qui ont souci de la précision pourront aisément vérifier que le nombre des espèces serait exactement de : un quatrillion, cent vingt-cinq trillions, huit cent quatre-vingt-dix-neuf billions, neuf cent six millions, huit cent quarante-deux mille, six cent vingt-quatre !

En supposant que les espèces actuelles soient le résultat de la cinquantième division spécifique et en évaluant leur nombre à un million environ, on pourrait ainsi conclure que pour toute espèce actuelle, il y en avait mille millions en puissance — espèces qui peut-être fleurissent aujourd'hui sur d'autres mondes (mille millions de mondes pourraient donc héberger chacun un million de ces espèces sans en avoir une seule en commun), mais qui sur le nôtre n'apparaîtront jamais, parce que les branches qui les auraient formées ont été tronquées plus ou moins loin de leur origine commune par suite de l'échec de leur adaptation au milieu.

Seulement les espèces les plus anciennes, les plus proches de la racine, celles qui ont engendré les grands groupes, étaient encore en petit nombre, mais ces produits des premières divisions, malgré la grande différence de leurs perspectives phylogénétiques, étaient des organismes primitifs, très simples (précellulaires et unicellulaires) qui, en raison de leur caractère indifférent et de leur cosmopolitisme, échappaient encore largement à l'action éliminatrice de la sélection naturelle.

Mais à la dixième division le nombre de ces espèces (en supposant qu'il n'y eût pas d'élimination) aurait déjà touché à un millier (1024) et, à la vingtième, à plus d'un million (1.048.576), de sorte que, quand l'action de la sélection naturelle commençait à être sensible, parmi ces espèces (lesquelles étaient, pour ainsi dire, les œufs et les embryons de tous les groupes possibles), il y en avait déjà en quantité exubérante de celles auxquelles une longue descendance était assurée.

Tout cela une fois considéré, nous arrivons à nous persuader que dans l'ologénèse le matériel qui est présenté à la sélection naturelle est, sous tous les rapports, à la hauteur des exigences. »

Cette page nous fait entrevoir d'autres échappées.

Si les thèses de l'ologenèse sont justes, il en résulte que la vie n'est pas un fait uniquement terrestre. La vie doit apparaître sur plus d'une terre, et peut-être sur toute terre dont le stade cosmique, susceptible de permettre l'éclosion de la vie, est atteint.

Le fait que les conditions déterminantes de cette éclosion sont toujours quasi identiques conduit à une deuxième conclusion. Les formes des espèces peuvent être très différentes, comme le remarque le texte cité. Il n'en est pas moins vrai qu'elles forment une *unité essentielle* et que toute espèce vivante rentre dans le cadre prévu des espèces, hypothétiquement calculé comme en renfermant plus d'un quatrillion.

Cela permet enfin une troisième déduction. Par l'ologenèse, le processus d'origine de la vie est universalisé, mais en même temps uniformisé. Ce processus à mécanisme unique conduit à une même cause. Il laisse la faculté à tout sentiment métaphysique de s'appliquer à cette cause comme bon lui semble, mais en même temps, il recule le plan où cette application a à s'exercer. Quel que soit donc le mécanisme selon lequel les forces se disposent et s'organisent en vue de donner naissance à la vie, cette disposition se fait au delà de ce qui est sensible à nos sens et à notre compréhension et l'on peut dire que, tant du point de vue topographique que du point de vue spiritualiste, la solution du problème de l'origine de la vie *n'est pas de ce monde.*

Dr GEORGE MONTANDON.

SCIENCES APPLIQUÉES

Statistique

Le mouvement mondial des Constructions navales en 1930. — La production mondiale des chantiers de constructions navales, soit le total des navires de mer marchands (jaugeant aux 100 tx brut) lancés au cours de l'année 1930, atteint, d'après les relevés du *Lloyd's Register*, le chiffre de 1.084 navires, jaugeant au total 2.889.472 tx. Les statistiques de 1929 donnaient 1.012 navires, avec 2.793.210 tx. En 1923, la production était tombée à 1.600.000 tx; depuis, la progression s'est maintenue d'année en année, mais les chiffres d'avant-guerre ne sont pas encore rejoints (en 1913, le total des lancements s'était élevé à 3.332.000 tx).

Toutefois, ces résultats doivent être complétés par les totaux du tonnage, non plus lancé mais qui se trouve en construction à la fin de chaque année. Or, si le tonnage en construction à la fin de décembre 1929 s'élevait en chiffres ronds à 3.111.000 tx, ce total, après s'être accru au cours du premier trimestre de 1930, pour atteindre 3.226.000 tx, a subi pendant les mois suivants une diminution assez rapide; à la fin de décembre, il n'était que de 2.326.000 tx. Le tonnage « commencé » est donc moindre que le tonnage lancé à la fin de l'année 1930; cette constatation dénonce un fléchissement dans la situation de l'industrie navale considérée dans son ensemble. Cependant, il ressort pareillement des relevés statistiques, que la crise atteint principalement les chantiers de Grande-

Bretagne et d'Irlande. En effet, si le déficit général sur le tonnage en construction se chiffre à 785.000 tx, par rapport à la situation de l'année précédente, la diminution atteint 651.000 tx pour les seuls chantiers irlandais et britanniques.

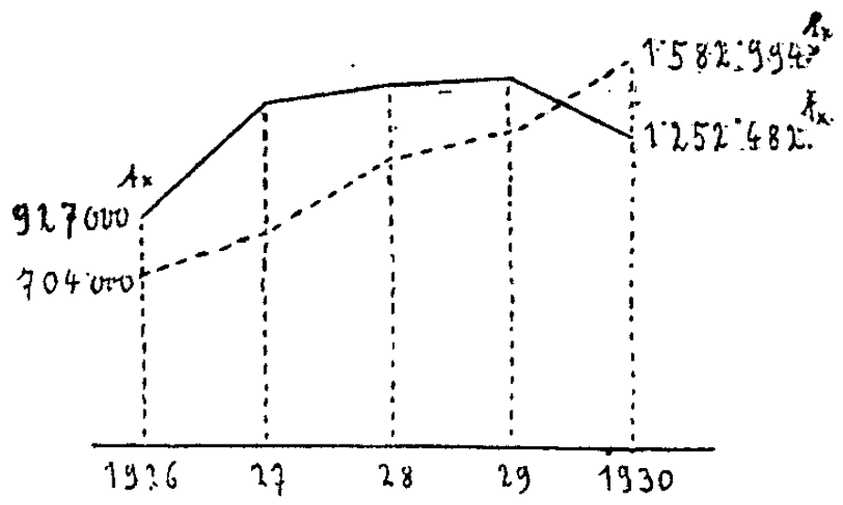
D'autre part, le tonnage lancé en Angleterre, Ecosse et Irlande au cours de 1930, est de 1.478.563 tx, au lieu de 1.522.000 pour 1929, ce qui représentait 54,5 o/o de la production mondiale. Ce taux descend donc à 51,2 o/o pour 1930. Il avait atteint 58 o/o en 1913,

Les centres de construction ayant donné les totaux les plus forts, sont la Clyde, avec 508.289 tx et la Tyne, avec 323.750 tx.

Il est à remarquer que la proportion du tonnage anglais lancé, destiné aux armements des autres nations atteint 44 o/o du total. Les navires construits pour la Norvège (il s'agit de grosses commandes de pétroliers dont j'ai eu l'occasion de signaler l'importance dans d'autres notes), représentent près de la moitié du tonnage destiné aux autres pays. Un pourcentage aussi élevé n'avait pas encore été atteint; il avait été de 40 o/o en 1908, mais il se maintenait en moyenne, avant la guerre, à 22 o/o.

Les Etats-Unis, dont la production avait sensiblement fléchi dans les dernières années, ont repris, pour 1930, le second rang avec 246.687 tx, soit le chiffre le plus considérable enregistré depuis 1921. La plus grande partie de ce tonnage provient des chantiers des côtes de l'Atlantique.

L'industrie allemande arrive à peu près à la même place, avec 245.557 tx, soit une légère diminution sur l'année 1929. On notera que plus de 50 o/o de sa production est destinée aux autres nations, en particulier 34.598 tx (soit 19 navires) pour l'armement français.



Le mouvement mondial des constructions navales.

Le classement de 1929 se maintient ensuite pour 1930 : Hollande, avec 153.072 tx, Japon, avec 151.272 tx (ces deux pays en diminution sur le précédent exercice), — Danemark : 137.320, — Suède : 131.781 tx, soit une accentuation marquée de la prospérité de ces dernières industries.

La construction française, qui avait donné 81.416 tx en 1928 et 81.607 en 1929, a atteint en 1930 le chiffre de 100.917 tx, qui demeure malheureusement hors de proportion avec la capacité productive normale de nos entreprises.

L'Italie a lancé 87.709 tx, au lieu de 71.497 en 1929.

En ce qui concerne le tonnage *en construction* à la fin de 1930, le classement s'établit ainsi : Grande-Bretagne et Irlande 908.902 tx, Etats-Unis 232.300, Allemagne 218.215, Italie 179.677, France 174.215, Hollande 160.078, Suède 145.750 tx.

Sur les 1084 navires qui représentent la production mondiale, 120 jaugent de 4.000 à 6.000 tx, 155 de 6.000 à 10.000 tx, 23 de 10.000 à 15.00 tx et 7 jaugent plus de 15.000 tx.

Les quatre plus grands navires lancés sont : l'*Empress of Britain*, construit en Ecosse, de 42.000 tx, l'*Atlantique*, construit en France, de 40.945 tx, tous deux à turbines, le *Président Hoover*, de 21.900 tx (Etats-Unis), à propulsion turbo-électrique, et le navire à moteur de 21.000 tx *Warwick Castle*, construit en Irlande.

En France, ont été lancés en outre : le *Georges-Philippar*, de 16.990 tx, à moteur, deux navires à turbines de 8.800 tx chacun et un pétrolier à vapeur de 7.880 tx.

Le tonnage à vapeur lancé en 1930 est, en chiffres ronds, de 1.252.000 tx, tandis que celui des navires à moteur à combustion interne atteint 1.582.994 tx, ce qui représente 126 o/o du tonnage à vapeur. La proportion était de 84,4 o/o l'année précédente et de 80 o/o en 1928; elle était de 29,5 en 1924 et de 7,7 o/o en 1921. Le graphique ci-contre montre les mouvements comparés du tonnage à vapeur (en trait plein) et du tonnage à moteur (en pointillé), au cours des cinq dernières années.

Le tonnage à moteur *en construction* à la fin de 1930 dépasse, d'autre part, de 349.000 tx celui des vapeurs dans la même situation.

La proportion du tonnage à moteur varie d'ailleurs d'un pays à l'autre et elle peut différer pareillement, pour un même pays, selon les années. Ainsi chez nous, le tonnage à moteur lancé en 1930 ne représente que 20 o/o du tonnage total, alors que cette proportion atteignait 77 o/o pour l'année 1929. Elle est de 29 o/o pour les Etats-Unis, de 48 o/o pour l'Allemagne et de 58 o/o pour la Grande-Bretagne et l'Irlande. Les plus fortes proportions sont atteintes par l'Italie, avec 271,4 o/o, le Japon : 82 o/o, la Hollande : 83 o/o, le Danemark : 87 o/o et la Suède : 90,5 o/o.

Le tonnage des navires à vapeur *à turbines* lancés se chiffre à 362.000 tx, au lieu de 302.000 en 1929. Sur ce total, 62.000 tx représentent la part de la propulsion turbo-électrique.

Sur les 1.252.000 tx de navires à vapeur, la part de ceux qui utilisent comme combustible le mazout, est de 552.000 tx environ. Le tonnage des navires qui emploient exclusivement le charbon ne représente que 24 o/o du tonnage mondial lancé.

La construction des grands pétroliers (jaugeant au moins 10.000 tx), qui avait sensiblement fléchi en 1929, a dépassé les chiffres atteints en 1928; elle s'établit à 119 navires et 890.000 tx. Sur ce total, 101 navires (779.000 tx) sont à moteurs Diesel. La part de la construction anglaise est de 77 navires, avec 550.000 tx.

LOUIS BASSO.

Agronomie

La station de céréaliculture de Rieti. — Ce centre de recherches sur les céréales a été créé par le professeur Nazareno Strampelli qui le dirige avec une compétence universellement connue. Aussi une visite à Rieti est-elle un pèlerinage obligatoire pour tout agronome s'occupant spécialement du blé. A ce propos, je ne puis manquer de citer une anecdote assez amusante. Il s'agit d'un agronome français qui étudie la sélection des blés. Un jour, il se présente à Rieti au professeur Strampelli en lui demandant de vouloir bien lui faire voir ses laboratoires et ses méthodes de travail. Strampelli refusa net. Le visiteur s'en fut désappointé, mais il n'alla pas très loin et quelques heures après il se fit embaucher comme ouvrier agricole à la station. Il travailla très bien et il observa tout aussi bien, ce qui lui permit d'aller retrouver

le Maître et de lui faire part de ses très nombreuses observations au sujet des travaux qu'il avait compris dans tous leurs détails... Depuis cette époque une amitié sincère lie le Professeur Strampelli et M. Séverin.

La station possède un domaine étendu en partie dans un vallon humide à fond plat et sur la colline contigüe

La Station de Céréaliculture de Rieti.

ou sont construits les laboratoires, les champs d'essai comprenant un demi-hectare sous grillage.

Les bâtiments comprennent la bibliothèque, les laboratoires de chimie, de micrographie, d'électrogénétique, où les semences peuvent être soumises à des influences magnétiques dans des champs puissants pour obtenir des variations, un laboratoire d'essais de mouture et de panification qui permettent de déterminer la valeur boulangère des blés obtenus. Tout cet ensemble de laboratoires est complété par des salles de collection où les diverses variétés de blé sont conservées, les épis des nouveaux produits d'hybridation fixés sur des cartons avec les spécimens des variétés qui leur ont donné naissance. Tous les essais entrepris sont consignés dans ce musée qui présente un grand intérêt pour la génétique des céréales.

On ne peut pas parler de cette magnifique station de céréaliculture de Rieti sans rappeler que sa réalisation est due en grande partie à la générosité du Prince Potenziani, Gouverneur de la province de Rieti et, en 1928, Gouverneur de Rome, mais qui n'oubliait pas qu'il avait été élève du célèbre institut agronomique belge de Gembloux. If a saisi toute l'importance de la culture du blé pour l'Italie, et au moment où Mussolini a voulu résoudre le problème du pain pour son pays, les agriculteurs disposaient des variétés à grand rendement dont la majeure partie était issue des travaux du Professeur Strampelli à Rieti : par exemple les variétés Carlotta Strampelli, Ardito, Mentana, Villa Glori, etc., qui présentent des caractèrent de haute productivité et de résistance à certaines « adversités » pour employer le terme consacré par le professeur Azzi, pour désigner les ennemis et les conditions défavorables contre lesquelles une espèce végétale doit lutter.

Lorsqu'on a visité Rieti, on comprend toute l'importance des recherches scientifiques pour la création des variétés de blé à grande productivité adaptées aux diverses conditions du sol et du climat. Et si l'on était tenté d'envier l'Italie de posséder un pareil établissement au service de sa production de céréales, on devrait se rappeler que le plus ancien et le plus riche du monde parmi les instituts de céréaliculture est en France, l'œuvre des Vilmorin, à Verrières, Institut privé de génétique dont les autres copient ou redécouvrent les méthodes. On sait qu'à l'heure actuelle les méthodes de génétique sont déjà si perfectionnées que l'on peut en quelques années créer des variétés de blé répondant à des exigences déterminées : ce fait était rappelé à la Conférence internationale du Blé à Rome en 1927 par un représentant de l'Australie où justement d'excellentes variétés avaient été ainsi très vite obtenues.

Quoi qu'il en soit, on doit dire qu'à Rieti se trouve un centre de perfectionnement du blé qui sert de modèle à beaucoup d'autres.

LAURENT RIGOTARD.

VARIÉTÉS

Le Service des Cultures au Muséum National d'Histoire naturelle

A l'occasion de l'inauguration des serres tropicales, que nous avons annoncée dans notre dernier numéro, M. D. Bois, professeur de culture au Muséum, a bien voulu nous donner sur le Service qu'il dirige, des renseignements que nous résumons ici et que nous pensons devoir intéresser le public que notre vieux Jardin des Plantes ne laisse jamais indifférent.

On sait quels inestimables services a rendus le Jardin des Plantes de Paris, depuis sa création, surtout en ce qui concerne l'introduction des plantes utiles ou ornementales en France et dans les colonies.

La guerre de 1914 lui a porté un coup funeste et les embarras financiers de la période suivante ont fait de son relèvement une entreprise extrêmement ardue.

Pendant les hostilités, les collections avaient été détruites, en grande partie, par suite du manque de soins résultant de la mobilisation d'une partie du personnel, et aussi faute de chauffage, en raison de la pénurie de charbon. En outre, les bâtiments, de plus en plus délabrés, laissaient pénétrer la pluie et finissaient, comme l'orangerie et certaines serres, par tomber en ruine.

Cependant, les collections n'ont pas tardé à reprendre leur importance, grâce aux dons particuliers et aux échanges. Peu à peu, très lentement, les bâtiments sont réparés ou reconstruits; le personnel, bien qu'étant insuffisant, se recrute un peu mieux.

On ignore généralement dans le public, le dévouement, le désintéressement, l'activité, la ténacité, l'initiative qui se sont déployés dans l'ombre, pour rendre au service de la culture son renom passé, malgré d'écrasantes difficultés.

L'orangerie, qui tombait en ruines, a été rasée, puis rebâtie dans de bonnes conditions dans la pépinière dont

les collections ont été transportées au Jardin de Jussieu. Elle abrite une quantité de plantes intéressantes. La graineterie, bien organisée, a été réédifiée au voisinage de l'orangerie.

Les collections de plein air, dûment étiquetées, présentent un grand nombre de plantes ornementales choisies parmi les plus belles (dans les parterres), utiles (dans le carré de l'officinal), ou d'intérêt scientifique (école de botanique), qui sont très visitées par les botanistes et par le public.

Les serres, à elles seules, abritent environ 9.000 plantes représentant près de 4.000 espèces en 1.228 genres, nombre qui serait encore beaucoup plus élevé si l'état de délabrement de ces bâtiments n'avait pas obligé à refuser les offres des correspondants.

Elles contiennent, en particulier, une précieuse collection de Cactées et autres plantes grasses, 2.000 plantes en 900 espèces, dont une partie provient de la collection de Robert-Roland Gosselin qui a été offerte à son décès.

Jusqu'ici, il n'avait pas été possible de laisser visiter les serres par le public, mais un don généreux de la Société des Amis du Muséum vient de permettre de faire restaurer un groupe de trois serres dans lequel sont rassemblées 2.020 plantes appartenant à 865 espèces remarquables des pays chauds, et qui seront accessibles au public contre un faible droit d'entrée afin d'assurer l'entretien de ces serres, ainsi que le traitement d'un jardinier spécial et de gardiens.

La première serre renferme d'un côté une importante série d'Aracées, de l'autre une collection de Ptéridophytes (Fougères, Sélaginellacées, Lycopodiacées) et, sous un petit châssis vitré, à gauche de la porte d'entrée, les plantes à feuillage coloré, particulièrement délicates (*Semerila*, *Anœctochilus*, *Bertolonia*, *Episcia*, *Alloplectus*, etc.)

Parmi les Aracées, beaucoup d'espèces sont décoratives par leur port de lianes, ou leurs feuilles et par leurs inflorescences étranges où le spadice portant les fleurs émerge souvent d'une spathe brillamment colorée.

La serre du fond groupe une très riche collection de Broméliacées donnée en grande partie par R. Roland-Gosselin : on y remarque en particulier de nombreux *Tillandsia* épiphytes parmi lesquels le *T. usneoides* qu'on prendrait pour des bouts de ficelles emmêlés et qui pousse, au Mexique, jusque sur les fils télégraphiques; des *Nidularium* décoratifs par les larges bractées brillamment colorées qu'elles présentent au milieu de la rosette de feuilles, au moment de la floraison, et l'Ananas (*Ananassa sativa*), originaire du Brésil, bien connu par son excellent fruit (qui, en réalité, est toute l'inflorescence devenue charnue).

Le versant opposé de la même serre est occupé par une collection de Palmiers en jeunes exemplaires parmi lesquels on peut citer : l'*Areca Catechu* dont le fruit donne la noix d'Arec, le Palmier à sucre (*Arenga saccharifera*) dont la sève fournit du sucre, Palmier à huile (*Elœis guineensis*) et de Pandanacées avec, sur la tablette, toute une série de Scitaminées.

Dans la serre centrale, ont été réunies dans un cadre tropical les plantes les plus curieuses, les plus ornementales ou les plus utiles des pays chauds, en particulier de nos colonies.

Parmi les plantes curieuses, on peut citer la Sensitive (*Mimosa pudica*) qui replie ses folioles et abaisse ses feuilles au moindre attouchement, la Plante télégraphe (*Desmodium gyrans*) qui lève et abaisse régulièrement ses folioles, la Plante feu d'artifice (*Pilea muscosa*) qui projette son pollen de tous côtés, les *Nepenthes* dont les feuilles se terminent en urnes munies d'un couvercle entr'ouvert, etc.

Parmi les plantes ornementales, il convient de mentionner de nombreuses Gesnériacées à fleurs brillamment colorées, des *Hoffmannia* (Rubiacées) à feuilles rouges, de nombreux *Begonia* dont les feuilles sont parées de chatoyantes couleurs, l'infinie variété des Crotons (*Codiœum variegatum*) à feuilles panachées de vert, de rouge et de jaune vif, des Marantacées à feuilles décoratives mais à fleurs éphémères, des *Vitis*, *Passiflora*, *Rubus*, *Ficus*, *Dracœna*, Acanthacées, Hémodoracées, etc., à feuilles panachées, etc.

Parmi les plantes économiques on peut voir entre autres des Caféiers : Caféier d'Arabie (*Coffea arabica*) (1), Caféier du Rio Nunez (*Coffea stenophylla*), Caféier de Chari (*Coffea excelsa*), etc., dont les fruits (cerises) renferment dans une membrane (parche) les deux grains de café, le Cocotier (*Cocos nucifera*) dont le fruit (noix de coco), entouré de fibres (coir) et de bourre liégeuse (cofferd'ham), renferme un liquide potable (lait de coco) et un albumen huileux (coprah) employé en savonnerie et pour faire les beurres végétaux (végétaline, cocose, etc.), le Vanillon (*Vanilla pompona*) dont le fruit, comme celui de la Vanille (*Vanilla panifolia*) ne développe son arome qu'après fermentation, le Poivre noir (*Piper nigrum*) dont le fruit est le poivre en grains, le Poivrier Bétel dont les feuilles mélangées à la noix d'Arec et à la chaux donnent un masticatoire très recherché en Extrême-Orient, la citronnelle (*Cymbopogon citratus*) (lemon grass), le Jonc odorant (*Cymbopogon Schœnanthus*) dont les feuilles donnent l'essence de palma rosa, Caoutchoutier de Para (*Hevea brasiliensis*) dont le tronc donne, par incision, un latex qui, coagulé, constitue le caoutchouc, l'*Erysthroxylon Coca* dont les feuilles donnent la cocaïne, le Cotonnier, la Canne à sucre, l'Arbre à pain, le Papayer, etc.

Le milieu de la serre est occupé par le bassin à *Victoria regia*, édifié en 1854, mais qui vient d'être modernisé, long de 13 mètres, large de 7 mètres, profond de 1 mètre au milieu et dont l'eau doit être maintenue constamment entre 24° et 30°.

Le *Victoria regia*, originaire des Guyanes, du Brésil jusqu'à ses confins avec le Paraguay et l'Argentine et de la Bolivie, a été introduit en Angleterre en 1849, de là en Belgique (1850), puis en Bohême (1851), en Allemagne (1853), en France, la même année, à Marseille et à Paris (1854) et jusqu'en Russie.

La plante, vivace dans son pays d'origine, est cultivée en serre comme plante annuelle et doit être semée chaque année; elle peut développer jusqu'à 10 feuilles mesurant jusqu'à 2 m. 60 de diamètre. Les fleurs, au nombre de 3 à 8, pouvant atteindre jusqu'à 45 centimètres de diamètre et peser 1 kg. 725, se montrent de juillet à novembre.

Le *Victoria regia* n'était plus cultivé à Paris depuis 1892, mais on pouvait encore le voir à Lyon et chez M. Boullet, associé du Muséum, aujourd'hui décédé.

Dans le même bassin se trouvent l'*Euryale ferox*, autre Nymphéacée de grande taille, le Lotus des anciens (*Nelumbium speciosum*) dont les curieux fruits en pomme d'arrosoir renferment des graines qui peuvent encore, dit-on, germer après plusieurs siècles, des Nymphéas bleus, le Papyrus (*Cyperus Papyrus*) dont l'épiderme servait de papier aux anciens Egyptiens, la Fougère d'eau (*Ceratopteris thalictroides*), la Laitue d'eau (*Pistia stra-*

(1) C'est le Muséum qui, en 1720, introduisit cette plante aux Antilles dont elle constitue l'une des principales richesses.

tiotes), les Jacinthes d'eau (*Eichhornia crassipes* et *azurea*) si abondantes sur le Mékong qu'elles y entravent la navigation, etc.

On conçoit que l'achat, la culture et l'entretien de toutes ces plantes, en particulier du *Victoria Regia*, occasionnent des frais considérables de main-d'œuvre et de combustible.

Dans les serres, où le public ne pénètre pas, se trouvent, entre autres, 770 Orchidées, en 430 espèces, 100 Palmiers en 95 espèces, etc.

Le service de la culture a fait aussi un grand effort, immédiatement après la guerre, pour le développement de ses collections, dans une annexe qu'il a fondée près de Versailles sous le nom de Jardin de Jussieu, et où, dans un immense terrain en friche, loin de toutes ressources, avec une main-d'œuvre des plus limitées, faute d'argent, a été constituée une très importante pépinière.

La mise en place des plantes est en cours. Elle se continuera selon un plan préétabli, parfaitement élaboré qui permettra dans un temps plus ou moins éloigné, selon les moyens financiers, de faire un magnifique jardin botanique et un arboretum qui ne le cèderont en rien aux plus fameux de l'étranger. C'est là que le Fruticetum qui avait été constitué depuis la guerre, et la collection de Poiriers des Chartreux ont été transportés pour laisser la place à l'orangerie et aux nouvelles galeries de botanique.

Pendant l'année 1930, 895 arbres feuillus et 165 Conifères y ont été mis en place, spécialement pour les alignements des allées; il y a été semé 1.318 espèces, bouturé 119 espèces, greffé 75 espèces; 13.800 châtaigniers appartenant à 4 espèces ont été distribués cette même année au service forestier.

En 1929, le service de la culture du Muséum national d'Histoire naturelle a offert à ses correspondants (312 jardins botaniques de France, des colonies et de l'étranger, ainsi que 394 personnes s'occupant de botanique et d'horticulture), et, à titre d'échange, des graines d'environ 2.500 espèces de plantes, et il leur a expédié, en 1930, 14.405 sachets de graines, 5.035 plantes vivantes, 76 boutures.

Il fournit en outre gratuitement des échantillons d'étude aux autres services du Muséum, aux Universités, Instituts et autres établissements publics d'enseignement, ainsi qu'aux chercheurs ou artistes, et des plantes d'ornement aux autres services du Muséum et aux établissements de bienfaisance (Crèches, hôpitaux, etc.).

En présence du grand effort qui a été réalisé depuis la guerre, il est à désirer que des crédits suffisants soient alloués et maintenus à cet important service des cultures du Muséum pour que notre célèbre Jardin des Plantes devienne le premier établissement cultural du monde, ce qu'il aurait toujours dû être.

L. Fr.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 avril 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Fouillade.* — **Un théorème général d'itération.**

— *P. Montel.* — **Sur les couples de polynomes dont les zéros sont entrelacés.**

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *A. Denjoy* (prés. par M. Goursat). — **Sur les ensembles ordonnés.**

GÉOMÉTRIE. — *A. Buhl.* — **La propagation curviligne d'intégrales invariantes. Cas des intégrales doubles. Propagation corpusculaire.**

GÉOMÉTRIE APPLIQUÉE. — *D. Wolkowitsch* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur l'utilisation de l'ellipsoïde d'inertie de Culmann pour la représentation d'une loi empirique pour une formule approchée à plusieurs paramètres.**

MÉCANIQUE. — *E. Baticle* (prés. par M. Mesnager). — **Sur les courbes d'équilibre des fils dont les éléments sont soumis à des forces centrales.**

HYDRODYNAMIQUE. — *P. Dupin* et *Teissier-Solier* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur les tourbillons alternés de Bénard-Karman et la loi de similitude dynamique de Reynolds.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *S. Choubine* (prés. par M. M. Brillouin). — **Sur des anomalies possibles de la résistance aux basses températures.**

— *L. Goldstein* (prés. par M. de Broglie). — **Sur la mécanique quantique des chocs atomiques.**

PHYSIQUE. — *Drzewiecki* (prés. par M. Rey). — **Application de la formule de Bernoulli à la détente des gaz.**

— *R. Perrin* et *V. Sorrel* (prés. par M. L. Guillet). — **Four à induction à mouffle ferromagnétique auto-régulateur de température.**

Cet appareil est essentiellement constitué par un noyau creux formant moufle en métal ou corps ferromagnétique, traversé par un flux magnétique produit par un sélénoïde parcouru par un courant alternatif de fréquence industrielle. Ce noyau ferromagnétique est entouré par une enveloppe conductrice fermée et non magnétique aux températures d'utilisation.

PHYSIQUE ATMOSPHÉRIQUE. — *A. Nodon* (prés. par M. E. Esclangon). — **Observations sur les détonations atmosphériques précédant les perturbations solaires et terrestres.**

Ces détonations entendues à Bordeaux le 16 février 1931, ressemblaient à des décharges d'artillerie ou à des explosions de mines, se succédant avec des intensités variables, à des intervalles assez réguliers de 3 à 4 minutes dans une atmosphère calme et brumeuse. L'auteur pense que la cause de ces explosions peut être rapprochée de celle des troubles électromagnétiques se manifestant également lors de la formation des foyers solaires importants, et précédant de profondes perturbations atmosphériques.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *P. Helbronner.* — **Sur un texte de la troisième lettre circulaire de Pascal relative à la cycloïde (7 et 9 octobre 1658).**

La publication assez récente des Œuvres de Pascal, laissait à penser que le texte français de cette troisième lettre relative à la cycloïde n'avait jamais été imprimé. M. Helbronner l'a retrouvé dans un recueil portant la date du 7 octobre 1658 et dont aucune bibliographie n'a fait mention.

OPTIQUE. — *A. Sesmat.* — **L'hypothèse de la courbe de poursuite et l'expérience de Michelson.**

L'auteur démontre que son hypothèse (*C. R.*, 192, 1931, p. 548), permet d'expliquer le résultat négatif de l'expérience de Michelson.

SPECTROSCOPIE. — *A. Kastler* (prés. par M. Urbain). — **Sur la structure des bandes de Raman dans les liquides.**

Lorsqu'on passe de l'état gazeux à l'état liquide, les bandes de Raman subissent un déplacement vers de plus petites fréquences. A l'état condensé les molécules voisines semblent donc affaiblir les forces de liaison.

La comparaison des structures des bandes d'absorption

infrarouge dans les gaz et des bandes de Raman correspondantes dans les liquides montre que certains doublets et triplets de Raman peuvent s'interpréter en admettant l'existence de rotations quantifiées dans les liquides.

ÉLECTROCHIMIE. — *Ch. Féry* et *Reynaud-Bonin* (transm. par M. A. Blondel). — **Accumulateur à grand débit et antisulfatable.**

Le dispositif décrit a comme point de départ celui qui a été indiqué précédemment ar M. Féry (*C. R.*, 179, 1924, p. 1153), mais qui ne permettait pas d'obtenir des éléments à grand débit. Le nouveau dispositif s'inspire de la même idée qui consiste à soustraire le négative à l'action oxydante de l'oxygène qui tend à transformer le sulfate plombeux, produit par la décharge normale de la négative, en sulfate plombique, cause de la sulfatation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *P. Brenans* et *K. Yen* (prés. par M. Delépine). — **Phénols halogénés symétriques.**

Les auteurs étudient le bromo-4-iodo-2-phénol, isomère nouveau, et le dibromo-4.6-iodo-2-phénol déjà décrit par MM. P. Brenans et Ch. Girod. Ils ont obtenu ces phénols halogénés dans l'action du brome sur l'iodo-2-phénol en solution acétique.

Ils étudient également le chloro-6-diiodo-2.4-phénol (déjà connu) préparé par une nouvelle méthode, dans l'action du chlore sur le diiodo-2.4-phénol.

HYDROLOGIE. — *M. Villaret, Justin-Besançon* et *J. Camus.* — **Application des méthodes de perfusion aux recherches d'hydrologie expérimentale concernant la vaso-motricité.**

Les expériences montrent que les méthodes de perfusion utilisées en pharmacodynamie sont applicables en hydrologie expérimentale, et que, dans les conditions où se sont placés les auteurs, il y a un antagonisme physiologique évident entre l'adrénaline et l'eau minérale sulfureuse étudiée (Challes).

L. Franchet.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *V. Ciurea.* — **Le plomb dans l'organisme des animaux.**

D'une manière générale, les auteurs ont trouvé moins de plomb que d'étain. Dans certains organes, les muscles en particulier, la proportion de métal a même été trop petite pour qu'on puisse la reconnaître. C'est presque toujours au-dessous du milligramme par kilogramme de matière fraîche que l'on rencontre le plomb dans les tissus du bœuf, du cheval et du mouton. Dans la langue, la teneur est exceptionnelle et peut dépasser trois milligrammes.

L'origine de l'étain et celle du plomb dans le corps de l'homme doit donc être alimentaire et l'on doit s'attendre, en conséquence, à rencontrer du plomb et de l'étain dans les plantes et dans le sol.

— *Pr. Merklen, Mlle E. Le Breton* et *A. Adnot* (prés. par M. Roux). — **Influence des lipides du sérum sur la précipitation et le dosage des globulines sériques.**

Les complexes lipo-protidiques du sérum exercent une action empêchante sur la précipitation des globulines soit par l'acide carbonique, soit par les sels neutres.

— *G. Tanret* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur le tréhalose de la levure.**

La structure cone-in-cone des schistes ordoviciens de Ca- (20 gr .au kilogramme). On n'en trouve pas dans la levure basse. Ces résultats montrent l'influence capitale de la race et des conditions de vie de la levure sur la composition de ses réserves hydrocarbonées.

PÉTROGRAPHIE. — *L. Cayeux.* — **La structure cone-in-cone en milieu schisteux.**

La structure cone-in-cone des schistes ordoviciens de Cabrières résulte manifestement de l'ordonnance de paillettes de phyllite d'origine secondaire, lesquelles constituent les génératrices des cônes et déterminent par leur concentration la formation de plans de moindre résistance.

La barre rocheuse qui sépare les deux séries de cônes emboîtés a enregistré des actions mécaniques susceptibles de faire recristalliser le quartz et d'engendrer des filonnets énergiquement plissés.

Dans le cas envisagé, la structure cone-in-cone se réclame de phénomènes dynamiques provoquant un arrangement plus ou moins géométrique de matières phylliteuses, mais la moindre participation de phénomènes de cristallisation ou de changement d'état des composants.

— *M. G. Filipesco* (prés. par M. L. Cayeux). — **Sur les roches siliceuses d'origine organique et chimique de l'Oligocène des Carpathes roumaines.**

Ce qui distingue les roches siliceuses organiques des roches siliceuses chimiques, c'est la concentration, dans ces dernières, d'une grande quantité de silice, soit sous la forme d'opale, soit à l'état d'opale, de calcédonite, de quartzine et de quartz secondaire. Cette concentration de silice détermine une modification, en ce qui concerne la texture, la dureté, l'éclat et la sonorité des roches.

Les Diatomées sont la source principale de la silice qui s'est concentrée surtout dans les roches siliceuses de nature chimique correspondant au type opalite.

Dans les accidents siliceux du type chert, la silice cristallisée résulte, soit de la cristallisation de la silice amorphe dérivée des Diatomées, soit de la cristallisation de la silice des spicules de Spongiaires et des squelettes de Radiolaires qui paraît jouir d'une plus grande facilité de cristallisation que la silice des Diatomées.

CHIMIE MÉDICALE. — *Ch. Achard* et *M. Piettre.* — **Les protéines des épanchements articulaires.**

Dans les cas d'hydarthrose *peu inflammatoire*, où la paroi synoviale est peu altérée, la partie colloïdale de l'épanchement articulaire est constituée presque entièrement par la mucine, les protéines du sérum étant absentes ou à l'état de traces. Mais dans une arthrite purulente, où une *vive inflammation* altérait profondément la synoviale, les auteurs n'ont pu isoler de mucine, cette absence s'expliquant probablement par une suppression de la fonction formatrice de la synoviale, alors que les protéines du sérum avaient passé dans l'exsudat articulaire à la faveur des lésions de la paroi. En même temps les lipides étaient plus abondants que dans la plupart des épanchements peu inflammatoires.

Un autre point mérite d'être signalé, c'est la présence constante de fibrine dans ces liquides : on s'explique mal qu'elle s'y trouve dans les cas où manquent d'autres protéines du plasma sanguin.

MICROBIOLOGIE DU SOL. — *S. Winogradsky.* — **Nouvelles recherches sur les microbes de la nitrification.**

Les méthodes employées par l'auteur sont basées sur l'usage du gel silicique que l'on ensemence avec des particules de terre après l'avoir imprégné, dans ce cas, d'un sel ammoniacal. La surface du gel est enduite d'une couche de base carbonatée insoluble formant une croûte assez sèche pour immobiliser les germes.

La méthode permet de s'assurer qu'il existe en réalité toute une florule de microbes nitreux variable d'un sol à l'autre.

GÉOLOGIE. — *Albert Michel-Lévy.* — **Sur les conditions de dépôt des conglomérats de Perrier (Puy-de-Dôme).**

Les conglomérats de Perrier, composés en majeure partie de roches volcaniques, de ponces et de cendres, provenant du Mont-Dore, ont été considérés par certains savants comme résultant d'un transport par les glaciers, alors que d'autres y ont vu des restes de coulées boueuses. Il résulte de l'étude poursuivie par l'auteur que c'est la seconde hypothèse qui semble devoir être admise.

— *C. Arambourg* (prés. par M. Ch. Jacob). — **Sur la longévité, en Afrique du Nord, du genre Rhinocéros pendant la période quaternaire.**

Un Rhinocéros a vécu en Afrique du Nord jusqu'à une époque relativement récente. C'est là un fait de plus à ajouter aux nombreux exemples déjà connus de survivance, dans ce pays, de formes à affinités éthiopiennes, comme l'Eléphant d'Afrique, le Phacochère et de nombreuses Antilopes.

D'autre part, au point de vue stratigraphique, le genre *Rhinocéros* doit être rayé de la liste des Fossiles caractéristiques du Pléistocène inférieur et moyen de Berbérie.

CHIMIE PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Mlle V. Bossuyt* et *G. Chaudron* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Contribution à l'étude de la structure des fibres textiles.**

Les fibres textiles, en particulier celles du lin, présentent les discontinuités transversales qui ne doivent pas être considérées comme des brisures faites au cours du teillage. Un examen minutieux des fibres traitées à la soude (25 pour 100) montre que les discontinuités se présentent comme des plis transversaux qui n'intéressent que les couches externes de la fibre. On put d'ailleurs faire disparaître ces plis en exerçant une traction sur la fibre faiblement gonflée sous l'action de la soude diluée.

Il en est de même des plis présentés par les fibres de ramie et de chanvre.

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *M. A. Machebeuf* et *R. Wahl* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Recherches biochimiques sur le sérum des malades atteints de néphrose lipoïdique.**

Chez les individus normaux, on trouve toujours moins de 15 grammes de lipides entraînés par 100 grammes d'albumine. Dans les sérums de néphrose lipoïdique, la quantité de lipides entraînés est toujours supérieure à 70 grammes.

— *Marcel Labbé* et *F. Nepveux* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **L composés sulfhydrylés du sang humain à l'état normal et dans les états pathologiques.**

Dans les troubles de la nutrition, la teneur du sang en glutathion est en général inférieure au taux normal, et les auteurs pensent que cet abaissement est le fait d'une insuffisance du foie, organe particulièrment riche en composés sulhydrylés.

P. GUÉRIN.

Séance du 4 mai 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mandelbrojt* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les fonctions holomorphes et bornées dans un demi-plan.**

LOGIQUE MATHÉMATIQUE. — *A. Traenkel* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une atténuation essentielle de l'axiome de choix.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *W. Tartakowski* (prés. par M. Hadamard). — **La totalité des nombres représentables par une forme indéfinie générale quadratique ou cubique.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *H. Cartan.* — **Sur une classe remarquable de domaines.**

HYDRODYNAMIQUE. — *M. Pichot* et *P. Dupin* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la répartition des vitesses des solutions colloïdales présentant des anomalies de viscosité.**

ASTRONOMIE. — *H. Mineur* (prés. par M. E. Esclangon). — **Remarques à propos de la mécanique des masses variables.**

OPTIQUE CRISTALLINE. — *R. Gibrat* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur l'optique des structures hétérogènes uniaxes.**

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *G. Dupouy* et *N. Schérer* (prés. par M. A. Cotton). — **Combinaison des effets optiques simultanés de la polarisation rotatoire magnétique et de la biréfringence magnétique dans un liquide.**

— *A. Cotton.* — **Sur les propriétés optiques d'un liquide placé dans un champ magnétique et traversé par un faisceau polarisé de direction quelconque.**

ÉLECTRICITÉ. — *M. Pauthenier* et *Mme Moreau-Hanot* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le champ cylindrique ionisé et la durée de parcours des ions.**

ACOUSTIQUE. — *E. Huguenard* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur une méthode d'inscription mécanique applicable à l'enregistrement et à la reproduction des sons.**

Cette méthode consiste à graver dans une bande souple de celluloïde ou d'acétate de cellulose qui se déroule à vitesse constante, un sillon de largeur uniforme, à l'aide d'une sorte de ciseau à tranchant rectiligne perpendiculaire à la direction de déroulement de la bande et parallèle à sa surface. La profondeur de ce sillon varie avec la position relative de l'outil par rapport à la bande, et cette position est commandée par l'appareil qui mesure le phénomène à enregistrer.

RAYONS X. — *V. Dolejsek* (prés. par M. de Broglie). — **Sur les rayons X ultra-mous.**

La méthode décrite par l'auteur a permis d'obtenir une série de lignes, dont la plus intense est un doublet de longueur d'onde approximativement égal à 480 Å. On ne peut classer ces raies comme lignes optiques (lignes d'ionisation d'ordre supérieur). La cathode étant de magnésium et l'anticathode recouverte de magnésium, il faut attribuer ces lignes évidemment au magnésium.

PHYSIQUE. — *J. Becquerel* et *L. Matout* (prés. par M. Cotton). — **Sur les effets combinés du champ électrique interne d'un cristal uniaxe et d'un champ magnétique normal à l'axe opitique. Variation des composantes des bandes d'absorpton du spectre ordinaire suivant les orientations relatives de la vibration incidente des axes binaires et du champ magnétique. Polarisation circulaire et pouvoir rotatoire magnéto-électrique.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *F. Holweck* et *P. Lejay* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Perfectionnemets à l'instrument transportable pour la mesure rapide de la gravité.**

L'instrument a été décrit précédemment (*C. R.*, 190, 1930, p. 1387). Les modifications ont porté sur la correction géométrique de la forme du pendule et sur le système de blocage. La méthode d'observation a été également modifiée en remplaçant l'enregistrement par l'observation directe stroboscopique.

Les auteurs estiment que le nouvel instrument est dix fois plus précis que le premier modèle.

— *L. Gorczynski* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Quelques mesures de rayonnements solaires diffusé par la voûte céleste obtenus avec les solarimètres dans les Alpes-Maritimes.**

L'auteur a installé deux solarimètres et pyrhéliomètres thermo-électriques à Thorenc (Alpes-Maritimes). Il donne dans un tableau les mesures solarimètriques effectuées en février et mars. Un deuxième tableau indique les valeurs moyennes de la radiation diffusée, observée à Nice de février 1929 à avril 1930.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Guichard, Claussmann, Billon* et *Lanthony* (prés. par M. G. Urbain). — **Nouvelles données relatives à l'indépendance de la dureté et de la teneur en hydrogène des métaux électrolytiques.**

Dans cette Note, les auteurs donnent des renseignements complémentaires relatifs à l'hypothèse défendue récemment par MM. Guillet et Cournot, selon laquelle l'hydrogène contenu dans le fer électrolytique est responsable, pour une part, de la dureté du métal.

— *A. Boutaric* et *M. Doladilhe* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur l'adsorption des matières colorantes par les granules d'un hydrosol.**

Les expériences ont montré : 1° que dans le mélange d'une matière colorante avec un hydrosol, la seule matière colorante qui intervienne au point de vue de l'absorption lumineuse est celle dont les granules n'ont pas été fixés par le colloïde; 2° que les particules de la matière colorante ne se fixent pas sur les granules du colloïde si leur signe est le même que celui de ces granules et qu'elles se fixent au contraire si leur signe est opposé à celui des granules du colloïde.

RADIOACTIVITÉ. — *G. Fournier* et *M. Guillot* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'absorption des rayons β par la matière.**

Les auteurs démontrent que le coefficient massique d'absorption $\frac{n}{\rho}$ des rayons β est une grandeur bien définie qui dépend seulement de la nature de l'absorbant et de la nature des rayons β émis par la source.

— *Mme Irène Curie* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la complexité du rayonnement α du radioactinium.**

Les mesures de parcours ont montré que le rayonnement α du radioactinium n'est pas simple et se compose de deux groupes nettement séparés ayant respectivement des parcours peu différents de ceux qui sont actuellement admis pour le radioactinium et l'actinium X.

— *F. Joliot* (prés. par M. J. Perrin), — **Sur le phénomène de recul et la conservation de la quantité de mouvement.**

Les expériences ont mis en évidence la grande complexité des trajectoires de recul, en particulier au point de la désintégration, on peut apercevoir quatre trajectoires. Il n'y a donc pas lieu de maintenir, pour le moment, l'hypothèse de l'émission d'un rayonnement γ de très haute énergie fréquemment associé à la désintégration de l'An et de l'AcA.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L. Bert* et *R. Annequin.* — **Action du pentachlorure de phosphore sur les dérivés ω-chlorallylés benzéniques.**

Cette action constitue un excellent procédé d'obtention du [β.γ.γ-trichloropropyl]-benzène et de ses homologues substitués sur le noyau. Ces nouveaux composés se prêtent à d'intéressantes synthèses. La réaction qui leur donne naissance met en lumière un comportement du pentachlorure de phosphore vis-à-vis de la fonction éthylénique qui ne paraît pas avoir été signalé jusqu'ici.

— *S. Sabetay* (pré . par M. Delépine). — **Sur l'ω-ώ-dichloro-paraxylène, le *p*-diéthylol-benzène et le *p*-divinylbenzène.**

L'auteur a repris la réaction indiquée par G. Blanc, dans l'intention d'introduire plusieurs groupements chlorométhyliques sur le noyau benzénique. Les essais ont montré que d'après la quantité de trioxyméthylène employée, on arrive effectivement à fixer plusieurs chlorométhyles, le second se plaçant principalement en para. Pour la préparation du dichlorure de *p*-xylylène on peut partir soit du benzène, soit du chlorure de benzyle.

— *Mlle M. Montagne* (prés. par M. Delépine). — **Action des dérivés organomagnésiens sur la N-diéthylacétamide.**

CRISTALLOGRAPHIE. — *C. Gaudefroy* (prés. par M. Wallerant). — **Sur l'orientation des cristaux et spécialement du quartz à l'aide des figures de corrosion.**

On peut, à l'aide des figures de corrosion, orienter un fragment de quartz de forme quelconque, même s'il n'a conservé aucune face cristalline; trouver la direction de l'axe optique, le sens du pouvoir rotatoire ainsi que la direction et de sens des axes piézo-électriques; et, si le fragment est composé de plusieurs cristaux, reconnaître la nature des mâcles.

L. Franchet.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Charles Nicolle.* — **La maladie du jeune âge des chiens est transmissible expérimentalement à l'homme sous forme inapparente. Portée de cette constatation.**

L'homme est sensible au virus de la maladie du jeune âge des chiens sous forme rigoureusement inapparente. Il peut jouer, dans certains cas, le rôle de réservoir de virus par rapport aux animaux, de même que ceux-ci le jouent fréquemment vis-à-vis de lui. Ce rôle sera d'autant plus dangereux que la maladie humaine se montre, dans certains cas, nulle en symptômes. Donc insoupçonnable.

Il y a lieu de supposer, dit l'auteur, que la maladie du jeune âge est une affection primitive de l'homme. Elle se serait peu à peu effacée de la pathologie humaine par suite de l'immunité héréditaire consécutive à des atteintes répétés, tandis que, passée au chien, elle le frappe actuellement avec sévérité.

MYCOLOGIE. — *Chung-Hwang Chow* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur le développement du carpophore chez *Coprinus tomentosus*.**

Chez les Coprins, les premières hyphes chromophiles, au lieu de constituer un revêtement continu, forment des îlots isolés et convergent autour de petites ouvertures indépendantes les unes des autres dont chacune se développe plus tard en espace entre deux lamelles consécutives. C'est pour cela que les hyphes de la trame des lamelles sont en continuité avec celles du pied et les arêtes des lamelles sont soudées entre elles avant l'épanouissement. Les arêtes des lamelles soudées au stipe et même entre elles ne redeviennent libres qu'au moment de l'épanouissement du chapeau.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *R. Lavieille* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur le principe sucré des feuilles de Kaà-hê-é (*Stevia Rebaudiana* Bertoni).**

Les feuilles de cette petite plante, de la famille des Composées, originaire du Paraguay, présentent une sa-

veur sucrée remarquable. Les auteurs en ont extrait, à l'état cristallisé, le principe sucré qu'ils désignent sous le nom de *stévioside*. Le rendement a été de 60 grammes environ par kilogramme de feuilles sèches.

Le stévioside est environ 300 fois plus sucré que le sucre de canne.

ZOOLOGIE. — *F. Touraine* (prés. par M. M. Caullery). — **Sur une nouvelle Myxosporidie du genre *Chloromyxum* observée chez la Carpe.**

L'auteur décrit, dans cette Note, une nouvelle espèce de *Chloromyxum* biliaire, qu'il désigne sous le nom de *Chl. Legeri*, très différente de l'espèce japonaise, *Chl. koi*. Les spores de *Chl. Legeri* sont de taille relativement petite, tandis que chez le *Chl. koi* elles sont beaucoup plus grosses et relevées d'ornements très saillants.

PHYSIOLOGIE. — *P. Lépine* (prés. par M. Roux). — **Sur la séparation des hormones sexuelles antagonistes dans les extraits du lobe antérieur de l'hypophyse.**

L'auteur a pu mettre en évidence dans un extrait de lobe antérieur d'hypophyse la coexistence de deux hormones sexuelles antagonistes, dont l'une provoque la maturation folliculaire de la femelle adulte et l'avortement de la femelle gestante, et dont l'autre détermine la formation de follicules hémorragiques et de corps jaunes. Il est possible d'extraire, au moins partiellement, l'hormone de maturation folliculaire, présente en moindre quantité, soit par filtration, soit par émulsion dans l'huile.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *A. Leulier* et *B. Drevon* (prés. par M. H. Vincent). — **Action du sérum sanguin snr le chlorhydrate de morphine en présence d'eau oxygénée.**

Il résulte d'une série d'expériences que les sérums frais humain ou animal (cobaye) sont capables en présence de peroxyde d'hydrogène de transformer partiellement la morphine. Il se forme un précipité amorphe d'oxydimorphine.

SPECTROCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ch. Dhéré* et *M. Fontaine* (prés. par M. L. Joubin). — **Sur les spectres de fluorescence des phycochromoprotides étudiés en solution et dans une algue vivante.**

Les phycochromoprotides comprennent les phycocyanines et les phycoérythrines. Les auteurs ont disposé pour leurs recherches, dont les résultats font l'objet de cette Note, d'une phycocyanine d'*Aphanizomenon flos aquæ* et d'une phycoérythrine de *Ceramium rubrum* préparées à un état de pureté exceptionnelle.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *J.* et *Mme M. Magrou* et *E. Roubaud* (prés. par M. F. Mesnil). — **Action stimulante à distance, exercée par certaines suspensions bactériennes, à travers le quartz, sur l'éclosion du moustique de la fièvre jaune.**

Les larves des œufs durables du *Stegomyia* de la fièvre jaune semblent impressionnées à distance par les cultures de *B. tumefaciens*, à travers le quartz et la paroi de l'œuf. En effet, des éclosions se sont constamment produites, en proportion assez faible il est vrai, dans les lots exposés, tandis qu'aucune éclosion ne s'est manifestée dans le même temps chez les témoins correspondants non traités.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *J. Parrod* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la formation de d-arabinotétraoxybutyl-4-imidazol à basse température, à partir du glucose et du lévulose, en solution d'hydroxyde de cuivre ammoniacal.**

Outre l'obtention du corps en question, l'auteur a pu en réaliser la synthèse par un procédé général de préparation des imidazols : condensation des α-dicétones (ici le glucosone) avec l'ammoniaque et le formol.

PROTOZOOLOGIE. — *Armand Dehorne* (prés. par M. F. Mesnil). — **Nouvelles observations sur le plasmode généralisé et les kystes à mérozoïtes de *Sabellaria spinulosa* Leuck.**

Tous les individus des deux sexes étudiés se sont montrés envahis par des formations plasmodiales extraordinairement étendues et bourrées de courts bâtonnets mitochondriaux. Dans l'épithélium intestinal de la queue, il existe toujours des expansions à un ou plusieurs noyaux, du plasmode installé à la base de l'épithélium sous forme d'un réseau basilaire.

Les kystes à mérozoïtes sont produits pour une ou plusieurs pseudo-cellules glandulaires.

BACTÉRIOLOGIE. — *Ugo Lumbroso* et *Mlle H. Van Sant* (prés. par M. Ch. Nicolle). — **Nouvelles souches bactériennes isolées de trachomateux nord-africains en suivant la technique de Noguchi.**

Les bactéries d'un type *A* diffèrent essentiellement du *B. granulosum* par l'aspect des colonies, leur consistance, leur pigment jaune d'or et par l'absence du pouvoir ferment vis-à-vis de certains sucres que *B. granulosum* attaque. Celles d'un type *B* et surtout d'un type *C* sont encore plus éloignées.

THÉRAPEUTIQUE. — *C. Levaditi, J. Bardet A Tchakirian* et *A. Vaisman* (prés. par M. G. Urbain). — **Le gallium, propriétés thérapeutiques dans la syphilis et les trypanosomiases expérimentales.**

Le gallium exerce une action préventive et curative manifeste dans la syphilis expérimentale et certaines trypanosomiases. Il devra donc être compris dans la série des éléments doués de propriétés thérapeutiques dans ces maladies.

P. Guérin.

Séance du 11 mai 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. P. Robert* (prés. par M. E. Goursat). — **Sur quelques propriétés des fonctions *n*-métaharmoniques.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *J. Dieudonné.* — **Sur les fonctions univalentes.**

ÉLASTICITÉ. — *E. Callandreau* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Sur les lignes de glissement d'un massif pulvérulent.**

HYDRADYNAMIQUE. — *L. Escande* et *Teissié Solier* (prés. par M L. Lecornu). — **Sur les conditions de fonctionnement du tube de Pitot.**

ÉLECTRICITÉ. — *G. Mabboux* (prés. par M. A. de Gramont). — **Sur un oscillateur électrique à basse fréquence stabilisé par un diapason.**

La méthode employée jusqu'à présent pour entretenir électriquement les vibrations d'un diapason présente certains inconvénients : on n'est généralement pas maître notamment de régler la phase de l'impulsion pour réaliser l'isochronisme.

Les auteurs se sont donc proposés d'obtenir simultanément l'entretien de la vibration et la stabilisation d'un circuit oscillant par le diapason lui-même en faisant fonctionner celui-ci et son unique bobine excitatrice à la manière d'un quartz piézo-électrique. Il expose leur nouveau procédé à l'aide de figures.

CHIMIE PHYSIQUE. — *M. Auméras* et *A. Tamisier* (transm par M. V. Grignard). — **Sur la constitution et la stabilité de deux complexes cupriazotés.**

Les expériences montrent que les combinaisons cupri-

azotées suivent la règle générale de substitution et leur stabilité diminue quand la substitution et le poids moléculaire augmentent.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Dumanois, Mondain-Monval* et *Quanquin* (prés. par M. L. Guillet). — **Sur la présence de peroxydes dans les gaz des moteurs à explosion.**

La formation des peroxydes par contact direct de l'air et des vapeurs d'hydrocarbures est extrêmement rapide, puisque ces combinaisons ont le temps de se former et de se détruire, au moins partiellement, pendant la durée de la course de compression, sous l'influence de l'élévation de température qui en résulte. La température maxima atteinte par le mélange influe, d'une manière considérable, sur sa teneur en peroxydes. On conçoit qu'une augmentation du taux de compression produise un effet tout semblable. L'apparition de choc coïncide, en définitive, avec un changement chimique notable dans la composition du mélange détonant, et la présence de peroxydes explosifs. C'est à ces derniers qu'il faut attribuer le nouveau mode de combustion du mélange gazeux, combustion amorcée par l'étincelle de la bougie.

L. Franchet.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. F. Holleman est élu Correspondant pour la Section de Chimie.

M. E. Cosserat, Directeur de l'Observatoire de Toulouse vient de mourir à Toulouse. Il était né à Amiens le 4 mars 1866. Agrégé à 19 ans, Docteur ès-sciences à 23 ans, d'abord Professeur au lycée de Rennes, il avait été nommé, en 1888, Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Toulouse, aide-astronome, puis astronome-adjoint à l'Observatoire, dirigé alors par M. Benjamin Baillaud. Lorsque celui-ci fut nommé, en 1908, Directeur de l'Observatoire de Paris, M. Cosserat lui succéda, en cette qualité, à Toulouse, en même temps qu'il était nommé Professeur d'Astronomie. Il était déjà, depuis 1896, titulaire de la chaire de Calcul différentiel et intégral.

M. Cosserat avait été, en 1911, Correspondant de l'Académie des Sciences pour la Section de Géométrie, puis, en 1919, membre non résident. En 1923, il avait été nommé Correspondant du Bureau des longitudes.

Les travaux mathématiques de M. Cosserat ont porté principalement sur la géométrie et l'élasticité; ses travaux d'astronomie, sur la recherche des mouvements propres des étoiles.

Académie de Médecine. — M. Zimmern a été élu membre titulaire dans la IVe Section (Sciences biologiques), en remplacement de M. Weiss, décédé.

Musée du Trocadéro. — Le 29 mai, a eu lieu l'inauguration de l'Exposition ethnographique des Colonies françaises.

— L'Exposition de la mission Paul Coze : *Peaux rouges d'hier* et d'aujourd'hui a été ouverte le 15 mai et sera close le 15 juin. Elle est ouverte tous les jours de 13 à 18 heures (entrée 2 francs, gratuité le dimanche).

Exposition de drogues végétales. — Une Exposition de drogues végétales de la France et des Territoires d'Outre-Mer aura lieu du 16 au 22 juillet 1931 à l'occasion du IVe Congrès de la Fédération internationale pour l'Herboristerie médicinale. Elle est organisée par M. le Professeur Em. Perrot.

Pour tous renseignements s'adresser au Secrétariat Général du IVe Congrès international des Plantes médicinales, 12, avenue du Maine, Paris.

Prix Eugenio Rignano. — Pour honorer la mémoire de son Directeur, Eugenio Rignano, mort à Milan le 9 février 1930, la Revue *Scientia* institue un prix de 10.000 lires à décerner par voie de concours à l'auteur d'une étude sur : « *L'Evolution de la notion de Temps* ».

Conditions du concours :

1° Les aspirants au Prix devront faire connaître leur intention de prendre part au concours, en envoyant leur ouvrage à la Rédaction de *Scientia* au plus tard le 31 décembre 1932;

2° Les ouvrages doivent être inédits ou publiés après l'année 1930; ils doivent être écrits en une des langues suivantes : italien, français, anglais, allemand, espagnol, les ouvrages non imprimés devront être écrits à la machine;

3° En tout cas, chacun des ouvrages doit être accompagné d'un résumé écrit à la machine, qui n'ait pas plus de 10 pages (4.000 mots) et qui puisse être publié comme article dans la Revue.

4° L'examen des ouvrages envoyés sera confié à une Commission nommée par la Direction de la Revue.

Pour tous renseignements, s'adresser à la Rédaction de *Scientia*, 12, Via A. De Togni, Milano (116), Italia.

Congrès international d'Electricité de 1932. — L'année 1931 marque le cinquantième anniversaire du premier Congrès international d'Electricité qui s'est tenu à Paris en 1881. C'est à ce Congrès que furent prises les principales décisions concernant les unités électriques, décisions qui eurent une influence si grande et si favorable sur le développement ultérieur de l'industrie électrique moderne. Il n'est pas douteux, en effet, que les progrès de cette industrie eussent été pendant de longues années entravés si les électriciens avaient conservé l'usage des unités tout à fait empiriques qui, peu à peu, s'étaient alors introduites dans les laboratoires et les ateliers et que le Congrès remplaça par le système parfaitement cohérent et logique employé depuis lors par les électriciens du monde entier.

Mais depuis cette époque la science et l'industrie électriques ont fait des progrès inouïs. Des notions nouvelles, des résultats nouveaux qu'on aurait pu à peine soupçonner en 1881, ont fait leur apparition. Il a semblé que le moment était venu de résumer le travail d'un demi siècle, d'en faire la synthèse, de le soumettre à une vue d'ensemble qui permettra peut-être d'en dégager quelques règles générales utiles pour l'avenir.

Le Comité Electrotechnique français, la Société Française des Electriciens, la Société Française de Physique, l'Union des Syndicats d'Electricité ont donc décidé d'organiser à Paris, sous les auspices et avec l'agrément de la Commission Electrotechnique internationale, un Congrès International d'Electricité qui reprendrait la tradition des grands Congrès antérieurs : Paris (1881), Chicago (1893), Paris (1900), Saint-Louis (1904), et dans lequel seraient exposées et discutées les principales questions concernant l'électricité scientifique et l'électrotechnique. Ce Congrès se tiendra pour des raisons d'opportunité pendant la première semaine de juillet 1932. M. Paul Janet, membre de l'Institut, est président du Comité d'organisation.

Institut agricole d'Algérie. — Le concours d'admission aura lieu les 10 et 11 juillet 1931. Les candidats devront être âgés de 17 ans au moins.

Pour tous renseignements s'adresser soit au Directeur de l'Institut Agricole d'Algérie, à Maison Carrée (Alger), soit au Directeur de l'Office de l'Algérie, 16, rue des Pyramides, à Paris (1er).

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Goursat, Professeur de Calcul différentiel et intégral est nommé à compter du 1er octobre 1931, Professeur d'analyse supérieure et algèbre supérieure à la dite Faculté (dernier titulaire : M. Emile Picard, membre de l'Institut).

M. Julia, Professeur de Mathématiques générales est nommé, à compter du 1er octobre 1931, Professeur de Calcul différentiel et intégral (dernier titulaire : M. Goursat).

La chaire de Zoologie (P. C. N.) (dernier titulaire : M. Rémy Perrier), est transformée en chaire de Botanique (P. C. N.).

M. Guilliermont, Maître de Conférences de Botanique (P. C. N.) est nommé, à compter du 1er octobre 1931, Professeur de botanique (P. C. N.).

— *Faculté de Médecine.* — M. Lemaitre (Fernand), Agrégé, est nommé, à compter du 1er octobre 1931, Professeur de clinique oto-rhino-laryngologique (dernier titulaire de la chaire : M. Sebileau).

— *Institut Poincaré.* — M. Brillouin, membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, a fait le 2, 3 et 9 juin, trois conférences sur les : « *Ondes aériennes et sillages de compression aux vitesses modérées.* »

Collège de France. — M. Duclaux est nommé Professeur titulaire de la chaire de Biologie générale, en rempacement de M. Gley, décédé.

Muséum national d'Histoire naturelle. — Cours de Minéralogie. — M. A. Lacroix, Professeur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a commencé ce cours le 30 mai 1931, à dix-sept heures, dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie, et le continuera les mardis et samedis suivants, à la même heure.

L'enseignement sera divisé en deux parties :

1° Le mardi et le samedi, le Professeur exposera les observations qu'il a recueillies au cours d'une récente mission aux Indes néerlandaises et en Malaisie. Il insistera d'une façon toute particulière sur la composition minéralogique et chimique des laves des volcans de Bali, Java et Sumatra, puis les granites et les gîtes métallifères de Sumatra et de la Malaisie.

2° Le mercredi, à 9 heures (au Laboratoire de Minéralogie, 61, rue de Buffon) : Complément sur des détails concernant certains des groupes de roches étudiées dans le cours.

— Cours de Zoologie (*Reptiles et Poissons*). — M. L. Roule, Professeur. — M. le Dr J. Pellegrin, Sous-Directeur du Laboratoire, commencera, le mercredi 3 juin 1931, à 14 heures, une série de leçons sur les « *Poissons des eaux douces de Madagascar* (Espèces indigènes, espèces acclimatées ».

Ces leçons auront lieu les mercredis et vendredis, à 14 heures, dans la salle de Cours des galeries de Zoologie (1er étage).

Université de Montpellier. — *Faculté de Médecine.* — M. Massabuau, Professeur de Clinique chirurgicale et infantile, est nommé, à compter du 1er octobre 1931, Professeur de Clinique chirurgicale (dernier titulaire de la chaire : M. Forgue).

M. Riche, Professeur de Clinique gynécologique, est nommé, à compter du 1er octobre 1931, Professeur de Clinique chirurgicale (dernier titulaire de la chaire : M. Estor).

Université de Bordeaux. — *Faculté des Sciences.* — M. Dupont, Professeur de Chimie minérale et Chimie physique est nommé, à compter du 1er octobre 1931, Professeur de Chimie industrielle (M. Vigouroux, dernier titulaire).

— *Faculté de Médecine et de Pharmacie.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à compter du 1er octobre 1931 à MM. Golse, Agrégé de Pharmacie et Muratet, Agrégé d'anatomie Pathologique.

M. Augé, Professeur d'Hygiène, est nommé Professeur honoraire.

Université de Lille. — *Faculté de Médecine et de Pharmacie.* — M. Charmeil est nommé Professeur honoraire.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Essai sur les principes de la thermodynamique, par I. N. Longinescu. In-12 de 84 pages. Société d'éditions scientifiques, Paris.

Dans ce petit livre, M. Longinescu s'est efforcé de dégager les principes sur lesquels repose la thermodynamique et de nous donner de cette science une vue d'ensemble logique et cohérente. Il s'est demandé s'il ne serait pas possible de ramener l'énergétique, et, par suite, la science tout entière, à une sorte de géométrie généralisée.

Il établit une comparaison très suggestive entre un phénomène et un vecteur. Mais, comme les phénomènes se produisent dans le temps, il faut ajouter aux propriétés ordinaires des vecteurs l'élément durée. Un phénomène sera caractérisé par son état initial correspondant à l'origine du vecteur, sa grandeur, son sens et sa durée.

Partant de cette notion, M. Longinescu arrive simplement et logiquement à l'énoncé des trois principes fondamentaux de l'énergétique : le principe de la conservation de l'énergie, le principe de l'évolution de l'énergie et le principe de la moindre action.

Il a consacré un chapitre à l'étude détaillée de chacun des deux premiers principes, qui sont plus particulièrement les principes de la thermodynamique. Ces chapitres sont construits suivant le même plan et chacun d'eux comprend l'énoncé du principe, sa justification, l'étude des conséquences générales qui en découlent et son application à des cas particuliers.

Nous ne doutons pas que ce petit livre, très simple et très clair, ne contribue à faire mieux comprendre l'énergétique, science encore jeune, dont les lois régissent les transformations de la matière inorganique aussi bien que les phénomènes qui s'accomplissent au sein des êtres vivants, et que ne peuvent plus ignorer aujourd'hui, non seulement les physiciens, mais encore les biologistes et les philosophes.

A. Bc.

La Variation de l'Evolution. T. II *L'Evolution*, par E. Guyénot. In-8 de 414 pages avec figures. (*Encyclopédie scientifique*). Doin, éditeur, Paris. Prix : 32 fr.

Dans ce volume qui fait suite à celui sur la variation paru au début de 1930, Guyénot discute la valeur des di-

verses théories de l'évolution (Lamarckisme, Darwinisme, Mutationnisme). Il cherche tout d'abord à voir si dans les anciennes théories de l'évolution, il n'existe pas un fond de vérité et si les faits sur lesquels on a cherché à les baser ont bien une réelle valeur. Il examine, dans le livre I de cet ouvrage, la théorie de Lamarck et plus particulièrement l'hypothèse de l'hérédité des caractères acquis. Il passe en revue un grand nombre d'expériences destinées à prouver l'hérédité des caractères acquis. Il conclut qu'aucune expérience n'a, jusqu'à ce jour, donné la preuve cherchée et que la théorie lamarckienne n'est plus soutenable à l'heure actuelle. Si parfois les résultats ont paru être positifs, cela tient soit à une simple coïncidence soit à ce que les expériences ont été effectuées sur des organismes dont la constitution génétique était inconnue.

Dans le livre II, il étudie le rôle de la sélection dans l'évolution et fait la critique de la théorie de Darwin. Il cite de nombreuses expériences faites pour démontrer l'action de la sélection et montre que celle-ci reste inefficace pour un matériel génétiquement homogène, aussi bien chez les végétaux que chez les animaux. Ces résultats s'appliquent également aux organismes unicellulaires mais ici les modifications à retentissement prolongé (Dauermodifikationen) sont fréquentes et peuvent, pendant quelques temps, faire croire à des modifications héréditaires, mais elles ne résistent jamais à la conjugaison chez les Protozoaires. Les résultats des expériences effectuées sur des animaux unicellulaires ou pluricellulaires sont donc en opposition complète avec l'idée d'une évolution continue et lente. La notion de stabilité du génotype semble par contre démontrée par des expériences abondantes et sérieuses.

Dans le livre III consacré au mécanisme de l'évolution, il étudie la valeur évolutive des mutations, variations brusques discontinues, immédiatement héréditaires, qui s'opposent aux somations, variations continues, propres à un individu et non héréditaires, qui seules ont frappé les anciens naturalistes. Il considère que les mutations forment « *la seule base positive sur laquelle nous puissions essayer de construire une représentation du mécanisme de l'évolution qui ne soit pas une œuvre purement imaginative* ».

Il examine une à une les objections faites à la théorie de l'évolution par mutations. Il montre que contrairement à ce que certains prétendent, toutes les mutations ne sont pas récessives et que, si fréquemment, elles ont pour conséquence la perte d'un caractère, ce n'est pas une raison suffisante pour leur refuser un rôle évolutif car les séries évolutives dont on retrouve la trace dans le passé se ramènent, en général, à des pertes ou à des simplifications d'organes (Réduction du nombre des doigts de la main et du pied des Vertébrés). Si les mutations ne pouvaient expliquer que des transformations régressives elles auraient eu déjà un rôle évolutif considérable. Partisan convaincu des mutations, il montre que certaines de celles-ci constituent une acquisition (Polydactylie) ou un simple changement sans gain ni perte (variation de coloration). On a reproché à de nombreuses mutations d'être des monstruosités, c'est-à-dire l'aboutissement de processus pathologiques; il distingue les monstruosités-somations non héréditaires et les monstruosités-mutations héréditaires. Il insiste sur le fait que l'on considère comme monstruosités des variations qui s'écartent beaucoup des types de la nature que nous considérons comme normaux; il fait remarquer, à juste titre, que le cheval qui marche sur un ongle et qui est considéré comme un type normal, n'est en somme qu'une véritable monstruosité si on le compare à l'animal qui marche sur ses 5 doigts.

On peut penser que les monstruosités-mutations qui s'écartent beaucoup du type normal d'organisation ont pu jouer un rôle évolutif plus grand que la plupart des autres mutations qui s'écartent peu de la règle. Il examine en particulier, les transformations de la patte chez les Vertébrés et montre que l'on peut en expliquer l'anatomie comparée en remplaçant les notions d'adaptation au vol, à la course, à la nage, par la considération de mutations plus ou moins tératologiques qui ont pu se produire dans le squelette du membre. Il insiste sur le fait que les mutations possèdent, sur les variations évolutives des théories transformistes, l'avantage d'exister réellement et qu'elles présentent un rôle évolutif indiscutable.

Il étudie ensuite l'importance des mutations dans l'apparition des formes nouvelles. Les mutations se produisent dans la nature aussi souvent que dans les élevages mais leurs chances de survie sont très faibles. Les mutants, produits toujours en petite quantité, ne peuvent persister à l'état de race pure que s'ils se trouvent isolés [auto-fécondation chez les végétaux; isolement géographiques (faunes insulaires, faunes des grottes); isolement physiologique (impossibilité d'accouplement entre race souche et race mutante), stérilité des hybrides]. Très loyalement, Guyénot reconnaît que les mutants exposés à de nombreuses causes de destruction ne persistent que dans des cas très rares; c'est pourquoi, malgré le grand nombre des mutations qui se produisent chaque jour, l'évolution apparaît comme un phénomène lent, ayant lieu par poussées successives et les espèces semblent aujourd'hui stables, cette stabilité n'étant toutefois que très relative.

Pour expliquer l'adaptation des organismes à leurs conditions d'existence, les partisans de l'évolution par mutations doivent faire appel à la sélection. La sélection naturelle, qui agit sur l'ensemble de l'être vivant, élimine les variations trop défavorables; Guyénot insiste sur le fait que l'intervention de la sélection naturelle ainsi conçue, « *conduit à admettre entre les dispositifs des êtres et les conditions de vie une liaison qui est l'image renversée de la pensée lamarckienne* ». Ainsi on est amené à dire que la taupe n'a pas perdu ses yeux parce qu'elle vivait à l'obscurité, mais au contraire que la mutation perte de la vue n'avait de chance de subsister que chez des animaux constamment à l'abri de la lumière. Il fait remarquer que les animaux obscuricoles sont loin d'être tous aveugles et qu'il faut renoncer à l'idée que la fonction crée l'organe, les variations apparaissant au hasard. Il montre ensuite que les modifications constatées dans les différents groupes zoologiques (Cétacés, Edentés, p. ex.) peuvent être considérés comme des mutations nombreuses qui ont été conservées.

Dans le quatrième et dernier livre, Guyénot expose les difficultés auxquelles se heurte le mutationnisme. Il s'attache à démontrer la mauvaise interprétation des documents paléontologiques qui semblent s'accorder avec les idées lamarckiennes et darwiniennes d'une évolution lente et continue, contrairement à ce que montre l'expérience. Les séries dressées par les paléontologistes ont été faites d'après le principe d'une évolution continue et il n'est pas surprenant qu'elles paraissent en fournir la preuve. Il considère que ces séries, d'apparence continue, correspondent à une évolution qui porte en réalité sur des formes discontinues (comparaison avec le cas des *Limnaea ovata* du Lac Léman). Il termine par un chapitre consacré à la philosophie du mutationnisme et conclut que le mutationnisme bien que n'expliquant que partiellement l'évolution est une théorie dépourvue de toute idée finaliste et qui est basée sur des faits expérimentaux indiscutables contrairement aux théories lamarckiennes et darwiniennes.

P. MATHIAS.

L'Ologénèse. *Nouvelle théorie de l'évolution et de la distribution géographique des êtres vivants*, par Daniel Rosa. In-8° de 308 pages (*Bibliothèque de Philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 35 fr.

L'analyse de ce très intéressant ouvrage a été faite par M. George Montandon et insérée dans le présent numéro de notre *Revue*, page 339. Nous prions les lecteurs de vouloir bien s'y reporter. Notre collaborateur est, comme on le sait, un des spécialistes les plus autorisés en matière d'Ologénèse et nul autre que lui n'était plus qualifié pour présenter l'ouvrage de Daniel Rosa. S. R.

Cours d'Optique, par Bruhat. In-8° de 800 pages, avec figures. Masson, éditeur, Paris 1931.

M. Bruhat vient de compléter la série des ouvrages qu'il a écrit à l'intention des étudiants de physique générale de nos Facultés, par la publication d'un *Cours d'Optique*. Nous avons eu l'occasion, en signalant à nos lecteurs les cours du même auteur sur la thermodynamique et sur l'électricité, d'insister sur leurs qualités pédagogiques tout à fait remarquables. Dans la multitude des faits et des théories que les recherches modernes accumulent en physique sur tous les sujets, l'auteur sait excellemment choisir ce qu'il y a d'essentiel à enseigner aux étudiants pour leur permettre de s'orienter ensuite dans la lecture des publications originales. Il sait classer, avec une méthode très sûre, les éléments d'une question, décrire sobrement les expériences en insistant néanmoins sur les points essentiels, exposer une théorie en mettant en relief les hypothèses et développant les calculs avec élégance et clarté, et dégager des résultats du calcul les conclusions d'ordre physique qu'ils comportent.

On retrouve ces solides qualités dans le *Cours d'Optique*. S'il est un domaine de la physique où le professeur éprouve de la difficulté à dresser le plan de son enseignement, dans l'appréhension où il est de dire trop ou trop peu, de négliger les théories classiques pour développer les conquêtes les plus récentes sur les radiations ou, au contraire, de demeurer trop attaché aux conceptions que d'aucuns trouveront périmées, c'est bien, à coup sûr, celui de l'Optique. M. Bruhat a su, sans grossir démesurément son texte, exposer tout ce que nous ont appris d'essentiel sur l'optique physique les travaux classiques de Fresnel, d'Arago, de Fizeau, de Cornu, etc., rattachant la théorie ondulatoire à la théorie électromagnétique de Maxwell, et en même temps donner un résumé très substantiel des recherches modernes sur la production et l'étude des spectres, sur les effets Zeerman et Stark, sur la fluorescence et la phosphorescence et sur les théories qui ont été élaborées pour interpréter ces faits par l'hypothèse si féconde des quanta.

Après avoir, dans une introduction, résumé les connaissances essentielles relatives à l'optique géométrique, aux vibrations et à leur propagation, aux phénomènes d'interférences, l'auteur divise le reste de son cours en cinq parties principales consacrées aux interférences lumineuses, à la diffraction, à la transversalité des vibrations lumineuses et à l'optique électromagnétique des milieux isotropes, à l'optique des milieux anisotropes ou dissymétriques et enfin à la spectroscopie.

Le lecteur qui aura étudié l'optique de M. Bruhat connaîtra d'une manière très suffisante tout ce que comportent d'essentiel les résultats expérimentaux accumulés sur l'optique physique par plus d'un siècle de recherches. Il aura compris l'interprétation de ces faits qui s'expliquent merveilleusement, les uns dans la théorie électromagnétique, les autres dans la théorie des quanta. Il aura approfondi à la fois le côté ondulatoire et le côté corpusculaire de la lumière et sera préparé à aborder l'étude des recherches si captivantes sur la mécanique ondulatoire.

A. Bc.

Radiations from radioactive substances, par Sir Ernest Rutherford. In-8° de 588 pages avec 140 figures. Cambridge University Press, 1930. — Prix : 25 sh.

Les nombreuses recherches qui ont été faites dans le domaine de la radioactivité ont permis d'élucider de façon à peu près définitive la série des désintégrations relatives aux principaux éléments radioactifs : uranium, thorium, radium, actinium. Les efforts des physiciens se concentrent aujourd'hui sur l'étude des propriétés des rayons α, β et γ auxquels donnent lieu les transformations radioactives et sur les phénomènes produits par le passage de ces rayons à travers la matière.

C'est à l'exposé des connaissances accumulées dans ces domaines, qu'est consacré l'ouvrage de Sir E. Rutherford. Il est tout à fait inutile d'insister sur les mérites d'un traité dû à la plume d'un des savants qui ont le plus contribué aux progrès de la science radioactive, à qui l'on doit la première preuve expérimentale des transmutations spontanées, qui a émis l'hypothèse si féconde des séries de désintégration et formulé la première image cinétique de l'atome et qui, tout récemment, a fourni la seule preuve irréfutable qui ait été donnée de la désintégration artificielle des éléments avec libération de ce constituant universel de la matière qu'est le proton.

Le sujet traité par Sir E. Rutherford embrasse d'ailleurs le domaine presque entier de la radioactivité et il est des plus captivants tant par l'importance et la variété des problèmes qu'il soulève que par la sûreté de l'information et la claire élégance de l'exposition. Après un chapitre d'introduction consacré à rappeler les faits essentiels relatifs aux transformations radioactives, on trouvera successivement dans l'ouvrage : 1° l'étude des rayons α, comprenant l'exposé de nos connaissances sur la nature et les propriétés générales des particules α, l'absorption de ces particules par la matière, les effets secondaires qu'elles produisent, la diffraction des particules α et des particules β, les phénomènes produits lors des collisions entre les particules α et les atomes légers, la désintégration artificielle des éléments, les noyaux radioactifs ; 2° l'étude des rayons β et des rayons γ comprenant l'exposé des recherches spectrales sur ces rayons, les électrons de désintégration, le passage des particules β à travers la matière, la diffusion et l'absorption des rayons γ, les problèmes relatifs à l'intensité d'émission des rayons γ ; 3° l'étude des noyaux atomiques et des méthodes mises en œuvre pour pénétrer la structure de ces noyaux et pour les désintégrer.

La simple énumération qui précède suffit à montrer la richesse et la variété des sujets traités dans cet ouvrage fondamental qui constitue l'exposé critique le plus complet et le plus clair que nous possédions sur les propriétés des rayons émis par les substances radioactives, si intimement liées aux progrès les plus étonnants qu'ait réalisés la physique contemporaine dans le domaine des ondes et des corpuscules.

A. Bc.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 12 — 69e ANNÉE — 27 JUIN 1931

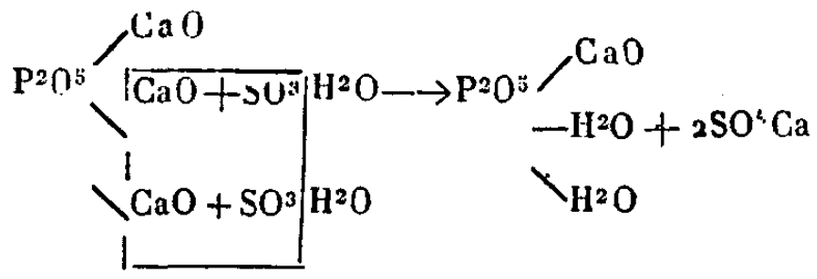
LES APPLICATIONS DES HAUTES TEMPÉRATURES A L'INDUSTRIE CHIMIQUE[1]

par Georges CHAUDRON
Professeur de Chimie appliquée à la Faculté des Sciences de Lille
Directeur de l'Institut de Chimie appliquée

Le but de l'industrie chimique est, en général, de transformer des produits naturels relativement stables en substances qui aient une grande aptitude à entrer en réaction.

Ainsi, à partir du sel marin NaCl on prépare le carbonate de soude, la soude caustique, le chlore, les hypochlorites, tous réactifs énergiques dont les usages sont bien connus. Le phosphate de chaux naturel, $P^2O^5\ 3\ CaO$, corps insoluble donc très difficile à assimiler par les plantes, est traité par l'acide sulfurique pour devenir du superphosphate qui contient de l'acide phosphorique sous une forme soluble.

Pour élever ainsi le potentiel chimique des produits mis en œuvre, il faut évidemment fournir de l'énergie : énergie chimique, calorifique, mécanique ou électrique. Dans la fabrication, du superphosphate, dont nous venons de parler, il y a une dépense d'acide sulfurique :



Pour transformer le calcaire en chaux, il faut le chauffer vers 800°.

$$CO^2CaO \Longleftrightarrow CO^2 + CaO$$

On a dû ici fournir des calories obtenues par la combustion du charbon ou d'un gaz combustible.

L'industrie chimique moderne a une tendance marquée à utiliser de préférence l'énergie mécanique et l'énergie électrique.

On se sert de l'énergie mécanique dans les synthèses sous pression. Ainsi, pour fabriquer l'ammoniaque par le procédé Georges Claude, l'hydrogène et l'azote sont comprimés à 900 atmosphères pour faciliter leur combinaison.

$$2\ N + 3\ H^2 \Longleftrightarrow 2\ NH^3$$

Mais les fabrications modernes sont surtout grandes consommatrices d'énergie électrique. On estime qu'elles absorbent le quart, peut-être même le tiers des kilowatts produits par les centrales électriques. Ils sont utilisés de deux façons différentes : ou bien sous forme d'énergie électrique proprement dite dans les opérations d'électrolyse, ou encore, on les transforme en énergie thermique, pour produire les hautes températures nécessaires à certaines fabrications.

Cette dernière technique a pour point de départ les travaux du grand savant français Moissan, sur le four électrique.

(1) Conférence faite au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 8 mars 1931.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Certes, on avait déjà su, avant lui, obtenir des températures élevées. Sainte-Claire-Deville avait fondu du platine au chalumeau oxhydrique. Martin, grâce aux récupérateurs de chaleur inventés par Siemens, était parvenu à réaliser dans un four une température de 1.700° et à fondre l'acier sur sole. Certains savants avaient même fait quelques expériences dans l'arc électrique ; mais Moissan fut le premier à comprendre la souplesse et la puissance de ce moyen de chauffage, et l'intérêt extrême de l'étude systématique des réactions aux hautes températures.

Le four électrique de Moissan.

C'est en juin 1892, à la Faculté de Pharmacie de Paris, que fonctionna pour la première fois le four électrique de Moissan.

Il était formé de deux blocs de chaux. Dans la partie inférieure était taillée une rainure pour donner passage à deux charbons de 8 à 10 m/m de diamètre, et une cavité cylindrique où l'on pouvait placer un creuset et au-dessus de laquelle jaillissait l'arc. La partie supérieure du four formait couvercle.

Avec cet appareil, Moissan tenta d'abord la synthèse du diamant, problème qui fut pour les chimistes modernes un peu ce qu'était la recherche de la pierre philosophale pour les alchimistes d'autrefois. Moissan avait le droit de se fier en sa bonne chance; il venait de faire une grande découverte : il était parvenu à isoler la fluor, premier élément du groupe des halogènes.

Il entreprit tout d'abord une série de recherches méthodiques sur la composition chimique des cendres de diamant, sur la nature géologique des gisements, sur la solubilité du carbone dans les métaux à haute température. Il constata que le carbone libéré dans ces conditions est toujours du graphite, donc que, pour obtenir du diamant, un second facteur devait intervenir. Moissan, pour diverses raisons, estima qu'il fallait faire agir la pression. Il conduisait l'expérience de la façon suivante : une fonte de fer était saturée de carbone à une température supérieure à 2.000°, puis, le creuset où elle se trouvait était plongé dans l'eau froide. Comme la fonte augmente de volume en refroidissant, une pression formidable était exercée par la croûte extérieure sur le noyau central, au cours de solidification.

Après une série de traitements chimiques longs et délicats, Moissan parvint à séparer de la masse des diamants extrêmement petits. Le résultat n'était pas aussi brillant que le savant l'avait espéré, il fut même contesté. Mais, depuis, un chimiste allemand, Otto Ruff, reproduisit ces expériences dans un four électrique ou l'on pouvait opérer sous une pression de 3.000 atmosphères et il put ainsi vérifier l'exactitude des observations de Moissan.

Une leçon de méthode dans la recherche scientifique.

Avec un chercheur autre que Moissan, cette réussite incomplète ne se serait pas transformée en un titre pour obtenir, en 1906, le prix Nobel; mais son travail très approfondi a eu de nombreuses et importantes conséquences pour l'industrie.

Comme nous l'avons dit plus haut, Moissan avait, en effet, préparé son expérience de synthèse par une étude systématique de la solubilité du carbone dans les métaux et des propriétés des carbures, et l'on peut bien dire que la fabrication du carbure de calcium fut le début de la prospérité de l'industrie électro-thermique et électro-chimique qui venait d'être créée en Savoie par Gall et Montlaur.

Voici un tableau qui permet de se rendre compte de l'importance que les travaux de Moissan au four électrique ont eu pour l'industrie moderne.

Dans la première colonne, sont indiquées les principales expériences faites par Moissan et en regard, dans la seconde colonne, se trouvent les principales industries qui sont la conséquence de ces recherches de laboratoire

Comme les fils du laboureur de la fable, Moissan ne trouva pas dans son four électrique le trésor caché, des diamants de dimensions notables, mais, par ses études méthodiques, il a fait des découvertes qui, sans aucun doute, valent infiniment plus. Ainsi que l'a fait remarquer M. H. Le Chatelier, dans une de ses leçons à la Sorbonne, « il y a dans les Mémoires de Moissan, sur le four électrique, des enseignements précieux sur la manière de conduire la recherche scientifique. »

L'industrie du carbure de calcium

Des nombreux carbures découverts par Moissan, c'est le carbure de calcium qui a les plus brillantes applications.

On le prépare au four électrique Héroult. Cet appareil fut imaginé pour la fabrication de l'aluminium. C'est un four à résistance. On y met de la chaux et de l'anthracite :

$$CaO + 3\,C \Longleftrightarrow C^2Ca + CO - 105 \text{ calories.}$$

Cette réaction est reversible.

Au-delà de 3.000° le carbure se détruit :

$$C^2Ca \Longleftrightarrow 2C + Ca$$

Nous voyons ainsi l'action assez compliquée des hautes températures : d'abord formation du

Expériences de Moissan au four électrique.	*Conséquences industrielles des expériences de Moissan. (Industries électro-thermiques et électro-chimiques).*
Synthèse du diamant.	Néant.
Découverte du carbure de calcium C^2Ca.	Industrie du carbure de calcium → éclairage acétylène. → chalumeau oxyacétylinique. ↘ cyanamide → ↗ amoniaque → acide nitrique. ↘ engrais. ↘ synthèses diverses.
Découverte des abrasifs du carbure de titane TiC.	Acheson découvre le carborundum à SiC. → abrasifs. ↘ réfractaires. ↘ produits et matériaux pour l'industrie chimique.
Fusion d'oxydes réfractaires au four électrique.	Industrie de la silice fondue → objets pour les laboratoires et l'industrie chimique. ↘ silice transparente lampe ultra-violet Superréfractaires alumine magnésie.
Préparation des métaux réfractaires : chrome, manganèse, molybdène, tunghène titane, silicium.	Industrie des ferros. → aciers péciaux. ↘ affinage des aciers. ↘ électro-métallurgie. Tungstène → filaments de lampe. Ferrosilicium → alliage Alpax.
Etude des transformations du carbone.	Electrodes de graphite. → électro chimie. ↘ électro-métallurgie. Purification du graphite naturel.

corps endothermique, puis, aux températures plus élevées encore, dissociation du corps formé.

On sait que l'eau réagit sur le carbure de calcium avec formation d'un gaz combustible, l'acétylène, corps endothermique peu stable à la température ordinaire :

$$C^2Ca + 2H^2O \rightarrow C^2H^2 + CaOH^2O$$

L'acétylène brûle avec une flamme très éclairante, toutefois, on utilise de moins en moins ce procédé d'éclairage, on pouvait donc penser que l'importance de l'industrie du carbure allait diminuer. Mais comme ce gaz est endothermique, il brûle dans le chalumeau à oxygène en produisant une température très élevée, même sans excès d'oxygène ; on peut ainsi avoir une flamme réductrice qui a rendu possible la soudure autogène. Cette industrie consomme 70 o/o de la production de carbure. Il a fallu toutefois, pour rendre ce procédé pratique, stabiliser l'acétylène comprimé. Nous le devons à Georges Claude, qui a trouvé un dissolvant puissant de ce gaz : l'acétone. On peut donc actuellement manipuler sans aucun danger les bouteilles d'acétylène comprimé dissous dans ce solvant.

En outre le carbure de calcium possède une grande aptitude à entrer en réaction, aussi est-il le point de départ de nombreuses synthèses. Il peut, en particulier, fixer l'azote. Moissan n'avait pas observé cette propriété et lorsqu'on lui annonça la découverte de Frank et Caro, il eut quelques doutes. C'est que dans son laboratoire, le savant français opérait sur du carbure très pur. Au contraire, le carbure impur, vers 1.000°, fixe l'azote suivant la réaction exothermique :

$$C^2Ca + N^2 \Longleftrightarrow NC — NCa + C + 77.800 \text{ calories.}$$

Le corps ainsi préparé est la cyanamide calcique. Comme la réaction se fait avec dégagement de chaleur, il suffit de l'amorcer. On se sert pour cela d'une baguette de graphite placée au sein de la masse et traversée par un courant électrique.

Sous l'action de l'eau, la cyanamide calcique donne de l'ammoniaque :

$$NC—NCa + 3H^2O \rightarrow 2NH^3 + CO^3Ca.$$

Ce corps constitue un excellent engrais qui remplace le[e] sulfate d'ammoniaque. De plus, l'ammoniaque préparée au moyen de la cyanamide, peut, par oxydation, être transformée en acide nitrique employé dans un grand nombre de fabrications : explosifs, matières colorantes.

Le carborundum.

Moissan avait préparé au four élctrique le carbure de titane (TiC) et en avait observé l'extrême dureté.

Un ingénieur américain, Acheson, remplaçant le titane, élément rare, par le silicium, beaucoup plus commun, parvint à fabriquer in-

dustriellement le carbure de silicium (SiC), très dur, lui aussi ; il appela ce produit le carborundum. Pour obtenir ce produit, on chauffe dans un four électrique à résistance du charbon et de la silice sous forme de silex broyé.

La réaction commence à la fusion de la silice, vers 1.800°.

$$SiO^2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO$$

Au-delà de 2.200°, le carborundum se dissocie :

$$SiC \longrightarrow Si + C \text{ (graphite)}$$

Nous verrons que cette dernière réaction est utilisée pour transformer le carbone amorphe en graphite dans la fabrication des électrodes.

Comme le carborundum est extrêmement dur, on s'en sert comme abrasif, et on en fait des meules et des pierres à aiguiser. Mais il a d'autres usages beaucoup plus importants : briques super-réfractaires à haute résistance mécanique, résistances pour four électrique. De plus, il est inaltérable aux acides; on peut donc en faire des plaques poreuses pour la filtration de mélanges corrosifs.

Les corps réfractaires

La silice fond facilement dans le four électrique et permet d'obtenir, si l'on prend certaines précautions, un verre parfaitement transparent bien supérieur, à certains points de vue, au verre ordinaire. Il laisse, en effet, passer les rayons ultra-violets et pour cette raison est employé à la fabrication des lampes à vapeur de mercure destinées à produire ces radiations.

Un autre oxyde usuel, l'alumine (point de fusion 2.200°), a, grâce au four électrique, des applications des plus intéressantes. « L'alundum », qui sert à fabriquer des objets réfractaires, n'est autre que de l'alumine fondue puis broyée. On sait, en effet, que si l'on chauffe fortement des oxydes non préalablement fondus, ils se contractent et se fendillent.

La magnésie, qui fond vers 3.000°, a les mêmes usages que l'alumine.

La fusion de cette substance offre cette particularité curieuse, qu'à haute température le chauffage se fait par passage du courant au sein même de la masse (G. Chaudron et M. Garvin).

Les métaux réfractaires.
La fabrication des ferros.

Moissan a préparé pour la première fois, grâce au four électrique, un certain nombre de métaux réfractaires purs : chrome, vanadium, tungstène, molybdène. Il a montré, en particulier, que le chrome pur ne participe pas à la dureté de ses carbures et qu'il se laisse facilement attaquer à la lime.

La préparation de ces métaux parfaitement purs au four à arc, était particulièrement délicate puisqu'un affinage était nécessaire. Actuellement, on évite ces inconvénients en les fondant en atmosphère inerte ou encore, ce qui est mieux, dans le vide.

Ces travaux de Moissan sont à l'origine de l'industrie des ferros, c'est-à-dire des alliages qui servent à la préparation des aciers spéciaux. C'est, en effet, grâce à eux qui l'on peut introduire dans le fer ou les aciers des quantités bien déterminées de chrome, nickel, manganèse, silicium, vanadium, etc. Toutes ces opérations se font d'ailleurs très souvent au four électrique.

Je ne m'étendrai pas sur ce sujet, car l'électro-métallurgie se développe tous les jours et, pour en exposer seulement les grandes lignes, une conférence entière serait nécessaire.

La fabrication des électrodes de charbon et de graphite.

Les industries électro-thermique et électrochimique font une grande consommation d'électrodes en charbon ou en graphite.

Pour fabriquer ces électrodes, on fait une pâte avec des grains plus ou moins fins de charbon et un liant tel que le brai de goudron. On agglomère ce mélange par compression dans un moule qui lui donne la forme désirée, puis on cuit l'électrode à l'abri de l'air pour cokéfier le brai.

Il est avantageux que les fours électriques fonctionnent d'une façon continue, c'est-à-dire que l'électrode puisse être remplacée à mesure qu'elle s'use. Divers procédés sont employés ; l'un d'eux est particulièrement intéressant, c'est celui de Soderberg, où l'électrode en action est surmontée d'un coffrage qui la prolonge verticalement. On y pilonne la pâte de charbon et de brai et celle-ci se cuit à mesure qu'elle descend dans le four.

Nous avons vu que la décomposition du carborundum donnait du graphite; c'est la variété de carbone stable aux hautes températures, il est cristallisé et plus pur que le carbone ordinaire dit carbone amorphe. Il est aussi meilleur conducteur et plus difficile à attaquer par les réactifs, aussi est-il préféré dans beaucoup de cas. Pour le préparer, il n'est d'ailleurs pas nécessaire de faire du carborundum, puis, de le décomposer, les impuretés que contient le charbon suffisent pour donner lieu à des réactions intermédiaires qui facilitent la formation du graphite, à condition toutefois de chauffer au-delà de 2.200°. Cette opération se fait dans un four semblable à celui d'Acheson : le courant passe à travers une masse formée des objets de charbon à graphiter, entourés de coke.

La fabrication électro-thermique du phosphore.

On sait que le phosphore est un élément essentiel pour la vie des plantes. C'est pour cette raison que l'on exploite activement les mines de phosphate de chaux. Celui-ci, comme nous l'avons dit au début, est très peu soluble et doit être transformé en superphosphate pour être employé comme engrais. Toutefois, ce produit ne contient qu'une quantité de phosphore relativement faible, par rapport à son poids. On a donc essayé de fabriquer des engrais à base de phosphate de potasse ou d'ammoniaque, car ainsi la proportion de phosphore est plus grande et le reste du poids est formé d'azote ou de potasse, éléments également précieux, pour la croissance des plantes.

Pour obtenir ces sels, la méthode actuellement considérée comme la plus rationnelle, consiste tout d'abord à extraire le phosphore du phosphate naturel au four électrique.

On chauffe vers 1.500° un mélange de phosphate de chaux, de silice et de charbon. La silice s'empare de la chaux et le charbon de l'oxygène restant, ces deux corps doivent agir simultanément. La réaction est endothermique. On opère dans un four électrique bien clos pour éviter la réoxydation du phosphore. On fait ensuite réagir ce corps sur la vapeur d'eau pour obtenir l'acide phosphorique. Il se dégage de l'hydrogène qui peut être combiné à l'azote atmosphérique pour fabriquer de l'ammoniaque. Celui-ci sera employé à saturer l'acide phosphorique ainsi préparé.

Action de l'arc ou de l'étincelle sur les gaz.

On connaît la célèbre expérience de Berthelot où celui-ci fit jaillir un arc électrique entre deux électrodes de carbone dans une atmosphère d'hydrogène. Il réalisa ainsi la synthèse de l'acétylène qui est le point de départ d'un grand nombre d'autres synthèses organiques.

Cette expérience n'a pas encore eu d'application industrielle; on pense toutefois qu'il serait possible d'améliorer beaucoup la valeur chimique des gaz de fours à coke en les soumettant à l'action de l'arc. En particulier, le méthane, gaz inactif serait transformé en acétylène.

C'est au moyen de l'étincelle électrique que deux savants norvégiens, Birkeland et Eyde ont fait, en 1903, la synthèse de l'acide nitrique, à partir de l'azote et de l'oxygène atmosphériques.

$$N^2 + O^2 \Longleftrightarrow 2\ NO - 21\ cal.$$

A haute température, l'azote et l'oxygène sont en effet en équilibre reversible et, comme le bioxyde d'azote est un composé endothermique, sa concentration va croître avec la température, ainsi que la loi de Le Châtelier sur le déplacement de l'équilibre permet de le prévoir.

Le calcul indique, en effet, qu'il doit se former :

à 2.000°, 1,2 % de NO
à 2.500°, 2,6 —
à 3.000°, 5,3 —

Mais pour que le gaz ainsi formé ne se détruise pas, le refroidissement doit être très rapide.

Le dispositif employé est le suivant : l'étincelle éclate entre une électrode en cuivre et la paroi d'un tube d'acier refroidi par un courant d'eau; elle est étalée par un violent courant d'air, ce qui augmente la surface de chauffe et la possibilité d'un refroidissement rapide. Le courant électrique est alternatif et sous une tension de 5.000 volts. Le bioxyde d'azote est recueilli dans la proportion de 1 à 1,5 % en volume. Le rendement énergétique est très faible puisqu'il n'est que de 3 % environ. Quoi qu'il en soit, on fabrique ainsi en Norvège 30.000 tonnes de NO par an.

L'arc sous pression réduite.

On peut se demander s'il n'est pas possible de mieux utiliser la décharge électrique. On a étudié récemment l'action de l'étincelle sur les gaz sous pression réduite et on a pu ainsi réaliser des réactions impossibles à la pression ordinaire. Par exemple : tranformer en acétylène un certain nombre de carbures lourds; fixer de l'azote sur ces carbures pour obtenir de l'acide cyanhydrique H-CN; préparer de l'acétylène et de l'éthane à partir du gaz à l'eau.

On explique ces faits en remarquant qu'à côté de l'effet thermique il se produit des effets propres à la décharge électrique, production d'ions, activation des gaz.

Conclusions.

J'espère avoir donné, dans cet exposé, malheureusement incomplet, une idée du développement des industries électro-thermiques depuis les expériences de Moissan au four électrique. Vous avez vu que l'on fabrique ainsi des produits indispensables à la bonne marche de la métallurgie et des autres branches de la chimie.

Conséquence des recherches de science pure, l'électro-thermie profite chaque jour des découvertes faites dans les laboratoires de physique et de chimie. Je dois dire que, réciproquement, la science moderne ne pourrait progresser sans les merveilleux matériaux, silice fondue, réfractaires, tungstène, alliages spéciaux, fabriqués chaque jour plus parfaits et plus nombreux grâce au four électrique.

A PROPOS DE LA GENÈSE DES EPIDEMIES

par E. TECHOUEYRES
Professeur à l'Ecole de Médecine de Reims

Il convient de soumettre de temps en temps à l'épreuve de la critique les conceptions scientifiques qui paraissent le mieux établies ; car les doctrines sont, par définition, des vues de l'esprit correspondant aux habitudes de pensée propres à l'époque où elles furent imaginées ; elles ne sauraient échapper aux lois générales de la vie qui nous entraînent d'un mouvement continu vers des horizons nouveaux.

Telle est la loi du progrès et telle est aussi la justification des libres propos qui expriment, hors des entraves de la coutume, des interprétations tenues dès l'abord pour singulières et, partant, hérétiques.

C'est à la lumière de ces réflexions générales qu'on se propose d'examiner quelques-unes des notions classiques relatives à l'origine et à la transmission des maladies infectieuses dont la propagation s'effectue sous le mode épidémique.

On dit qu'une maladie est contagieuse lorsqu'elle se transmet de proche en proche, comme le font la rougeole, la scarlatine, la coqueluche, les oreillons, la diphtérie et quelques autres maladies encore. Qu'on appelle miasme le principe supposé de l'infection ou qu'on le qualifie de microbe, il n'importe pas ; on attribue dans tous les cas à un agent morbifique extérieur, qui, pour parler le langage de l'Ecole, est un hétérogène, l'action nocive dont on constate les manifestations simultanées ou successives sur de multiples individus et l'on tend à rechercher, au travers de la série parfois artificiellement établie des cas morbides, l'existence d'une cause commune qui les unit les uns aux autres, qui souligne leurs attaches et explique leur continuité.

L'ensemble de ces manifestations morbides groupées en une représentation unique constitue cet être de raison qu'on appelle une épidémie.

La notion de contagion est devenue très banale. Un hygiéniste ne peut certes nier son influence, mais il semble qu'on ait outré son rôle et qu'aveuglé par la limpidité de cette explication trop simple, on ait omis de noter certains caractères que révèle cependant l'observation la moins attentive.

On sait tout d'abord que l'éclosion, au sein d'une collectivité, d'un cas de maladie contagieuse peut n'être précédée ni suivie d'aucun cas similaire. J'ai observé récemment et à deux reprises différentes, l'apparition d'un cas, chaque fois unique, d'angine diphtérique qui évolua, ignoré et négligé, jusqu'à la mort, sans qu'aucune mesure d'isolement ni de désinfection fût prise au cours de la maladie et sans que la population de 40 à 50 jeunes filles de cette agglomération ressentît les méfaits de cette cohabitation funeste.

On a signalé récemment, au cours d'une séance du Conseil d'Hygiène de la Seine (1), l'apparition à Saint-Ouen (près Paris) d'un cas isolé de peste survenu en juillet 1930 ; la capture des rats révéla l'existence d'un animal pesteux. Cette maladie ne se transmit pas, malgré son caractère contagieux, et le cas demeura unique.

On sait, d'autre part, combien sont fréquentes les manifestations isolées de méningite cérébro-spinale. On constate aussi parfois l'apparition dans les Ecoles de cas solitaires, ou peu nombreux, de rougeole, scarlatine ou coqueluche, observations qui démontrent que ces affections ne sont pas nécessairement contagieuses et qu'elles requierrent sans doute, pour le devenir, l'aide de quelque autre facteur.

On a désigné ces cas uniques sous le nom de « sporadiques », afin de souligner par une qualification particulière leur caractère aberrant et de maintenir, sous la fantaisie des exceptions, la permanence de la règle établie.

Mais si l'on constate que la contagion ne s'exerce pas toujours à l'entour d'une de ces maladies transmissibles, chacun sait, d'autre part, que les épidémies, constituées par un ensemble de cas groupés, présentent à l'ordinaire un décours régulier et qu'elles se comportent même comme une sorte d'être vivant qui, certain jour, éclot, puis se développe, s'amplifie, décroît et enfin disparaît dans l'évanouissement. Or, le début, aussi bien que la fin d'une épidémie, sont des faits contradictoires à l'idée de contagion, puisque les premiers et les derniers cas sont, par définition, indépendants de toute transmission. Ici encore cette dernière notion est surprise en flagrant délit d'insuffisance.

Une autre observation, bien banale elle aussi,

(1) *Bulletin des séances du Conseil d'Hygiène publique de la Seine*, 1er août 1930.

contrarie l'importance attribuée à la contagion. Il s'agit des rythmes propres à chacune des maladies infectieuses, rythmes qui semblent soumettre leur apparition ou leur extension à des facteurs aussi généraux qu'une certaine période de temps ou un retour des saisons. On sait, par exemple, que la diphtérie, la coqueluche, la rougeole, l'infection méningococcique présentent une évolution multi-annuelle, terme défectueux qui veut exprimer le retour périodique de ces affections suivant un cycle qui comprend plusieurs années.

On sait aussi que la plupart des maladies épidémiques ont un rythme saisonnier (1) sans doute lié à l'influence solaire. C'est ainsi que la rougeole présente un maximum hivernal et un minimum très constant en septembre ; la scarlatine, la diphtérie, les angines et les rhumatismes articulaires aigus ont leur maximum de novembre à janvier et leur minimum en juillet ; la broncho-pneumonie et la grippe se développent au maximum en février et disparaissent presque complètement au mois d'août ; la parotidite ourlienne présente un maximum au mois de mars.

Il faut noter enfin qu'en dépit de l'extrême promiscuité et du défaut complet de précautions hygiéniques même les plus élémentaires la rougeole et la scarlatine ont été très rares pendant la guerre et la mortalité insignifiante ; et que, malgré le froid et les occasions si faciles de contagion, l'infection pneumococcique fut exceptionnelle et sa transmission nulle.

Il est donc évident que la contagion ne constitue pas un caractère constant, mais seulement fréquent, des maladies transmissibles ; il n'en conditionne pas l'éclosion et ne saurait, par conséquent, suffire à expliquer en tous les cas ni leur origine, ni leur développement.

Dès lors, il convient de rechercher si l'apparition et l'extension des épidémies ne pourraient relever de phénomènes différents et plus généraux ; ce faisant, on s'écarte, il est vrai, des indications usuellement admises, mais l'esprit de routine et le respect excessif des traditions sont également condamnables; et si l'on s'égare quelque peu dans le champ des hypothèses, c'est avec le souci de maintenir cependant le contact avec la réalité et de l'approcher par d'autres voies, même inhabituelles. C'est une condition de progrès.

Il faut savoir risquer des couleurs sur son aile, dit Chantecler au merle trop noir.

Les maladies infectieuses sont déterminées, pense-t-on communément, par un agent infectieux qui trouve dans l'organisme qu'il habite les conditions favorables à son développement. La maladie qu'il provoque traduit la réaction de l'hôte à l'envahisseur. Il s'agit donc d'un complexe que forment l'agent microbien au pouvoir nocif et le milieu où il s'implante et prospère. Or, la réussite d'une espèce est toujours conditionnée par le rapport de l'être vivant à son milieu. Si ce dernier est défavorable, les éclosions sont limitées peu nombreuses, hésitantes. S'il est au contraire favorable, le développement devient aisé et parfois exubérant.

Mais, toutes conditions égales d'ailleurs, les chances de succès sont d'autant plus grandes que le nombre des germes initiaux est plus élevé et la répétition des infestations plus fréquente.

Il est utile de rappeler ici quelques observations relatives à la genèse des espèces qui montrent par des exemples précis et clairs (parce qu'ils sont « à notre échelle ») la variabilité des processus d'éclosion et de genèse au cours des temps.

Chacun connaît les « floraisons d'eau » qui déroulent subitement le merveilleux tapis d'une végétation luxuriante à la surface des lacs, rivières, marais ou étangs. La limpidité des eaux de la mer Adriatique est parfois troublée par l'abondance de menues algues microscopiques (diatomées), qui s'y développent en quantité massive. En 1899 et 1900, les côtes de la Manche subirent une véritable invasion de Poulpes, et, en 1902 et 1908, des myriades de Trachurus (poissons de la famille des Vives) envahirent les eaux de la baie de Naples (1).

On connaît aussi les pullulations soudaines et périodiques de certains insectes : chenilles, hannetons, cantharides, et les vols de sauterelles qui se répandent en nuages si épais et si étendus qu'un naturaliste anglais, le Docteur Carruthers, évalua certain jour la superficie de leur nappe à 5.967 kilomètres carrés et leur poids à 4.400.000.000 de tonnes métriques (2). L'an passé (1930), les invasions de sauterelles furent si considérables que le Gouvernement égyptien consacra aux opérations de destruction de ces insectes un crédit de 250.000 dollars et rétablit l'obligation de la corvée abolie depuis quarante ans. *Le Chicago Tribune* de Paris (8 avril 1930) relate que l'émir Abdullah a mobilisé en Transjordanie 75.000 hommes qui ont travaillé nuit et jour, par équipes alternées à cette destruction.

Au Mexique, l'Etat de Jalisco a été envahi récemment par des millions de rats qui ont causé autant de ravages qu'en firent les sauterelles, il y a trois ans, le long de la côte du golfe du Mexique. Le département de l'Agriculture

(1) Th. MADSEN. Le rythme saisonnier des maladies infectieuses. *Revue d'Hygiène*, 1929.

(1) CUÉNOT. *La genèse des espèces animales*, p. 35. Alcan, éditeur.

(2) VERNADSKY. *Géochimie*, p. 57. Alcan, éditeur.

utilisa pour les détruire un virus infectieux qui tua en moyenne 20.000 rongeurs par jour.

Ces exemples démontrent à l'évidence qu'il se produit sous nos yeux des phénomènes de multiplications surabondantes et soudaines de certaines espèces, la nature manifestant souvent dans ses productions inattendues une véritable prodigalité. En multipliant à l'infini les échantillons de son choix, elle accroît d'autant les chances d'une fixation favorable, car les difficultés de l'implantation première sont justement contrebalancées par la fréquence des essais.

Cette genèse excessive semble tout à fait capricieuse. Nul doute cependant que ces éclosions intempestives ne soient soumises à un rigoureux déterminisme dont le mécanisme nous échappe et qu'elles répondent même à un concours de circonstances assez rarement réalisées, dont la caractéristique serait une correspondance étroite entre l'abondante genèse d'une part, et l'accueil fait, d'autre part, aux êtres nouveaux par leur milieu, accord de création et d'habitat, délicate harmonie qu'exprime opportunément le terme de « résonance ».

Pourquoi n'en serait-il pas de même des épidémies, des épizooties et même des épiphyties ? Pourquoi ne pas interprêter leur apparition et leur développement comme le résultat d'une intense production de germes favorablement accueillis par le hasard d'heureuses rencontres ?

Sans doute le déterminisme de ces dernières nous échappe. Mais nous sommes tout aussi ignorants des conditions qui provoquent les modificatins d'une qualité propre à ces mêmes germes pathogènes : la virulence. Maurice Nicolle (1) relate à ce sujet l'observation singulière de pneumocoques, conservés au froid, sans passage *in vivo*, qui ont présenté des augmentations de virulence aussi spontanées qu'inattendues. « .....Certain échantillon appelé A, virulent au départ » s'est considérablement affaibli à la glacière (où cependant une telle baisse ne se produit pas d'ordinaire) mais après un an il était à sa puissance originelle ; il s'y est maintenu quelques mois pour retomber ensuite complètement ; et depuis 13 ans, il reste toujours inactit. Tout cela démontre que le problème de la variation de la virulence demeure très obscur et que les passages sont bien loin d'avoir la haute efficacité qu'on leur attribue communément. »

On sait bien aussi que l'agent infectant ne suffit pas à déterminer expérimentalement les infestations qu'il réalise spontanément dans la nature. Ainsi en est-il du coccobacille de d'Hérelle qui détermine par entérite la mort des sauterelles et que l'éminent bactériologiste a proposé d'utiliser pour obtenir la disparition de ces insectes. Les essais d'infestation artificielle ont été maintes fois tentées, mais Paillot (1), résumant ces expériences, constate l'insuffisance de ce moyen de lutte contre les Acridiens. La réalisation d'épizooties suppose, en effet, la mise en œuvre de facteurs multiples; beaucoup sont inconnus ; d'autres échappent à l'action de l'homme et le taux de morbidité ne nous fait connaître que leur résultante.

Au laboratoire même, la contamination des insectes par les germes les plus virulents ne peut être obtenue avec certitude (2). Je puis ajouter à ces notes une observation personnelle, et tout aussi négative ayant trait à l'infestation artificielle des vers blancs (larves de hannetons) par un champignon parasite, l'Isaria densa. Bien que ce champignon détermine fréquemment dans la nature la mort de ces insectes qu'il transforme en momies gonflées de mycélium et de spores, la répétition de cette infection au laboratoire est irrégulière et tout à fait incertaine. En somme la création d'épizooties artificielles nous est interdite ; notre puissance est bornée, même dans la réalisation du mal. Ceci nous montre à l'évidence que pour produire une infection de caractère contagieux, il faut, non seulement l'agent pathogène, mais encore les conditions qui assurent sa réussite. Et, parmi celles-ci, les conditions météorologiques sont dominantes. On connaît les expériences fort intéressantes de Trillat (3). Dans une atmosphère humide, les gouttelettes d'eau condensées sont souvent chargées de microbes qu'elles véhiculent au souffle du vent. Ces gouttelettes ou poussières microbiennes tombent avec une vitesse proportionnelle à leurs dimensions. La distribution de ces germes en poussières dispersées accroît considérablement la diffusion de l'ensemencement, aussi l'infection par voie aérienne est-elle beaucoup plus nocive et nécessite-t-elle moins de germes que n'en exige l'injection sous-cutanée.

Ces constatations expérimentales ne mettent en évidence qu'une part des actions réalisées dans l'ensemble des facteurs dits épidémiques. Rappelons ici l'observation relatée par Léon Colin (4) dans son admirable étude sur les épidémies, observation d'après laquelle la variole se contracte plus aisément au voisinage d'un varioleux en temps d'épidémie qu'en toute

(1) Nicolle et E. Césari. Remarque sur la virulence (*Annales de l'Institut Pasteur*, 1924).

(1) Paillot. Les maladies bactériennes des insectes (*Annales des Epiphyties*, Tome VII, 1922, p. 184).

(2) Paillot. *Loc. cit.*, p. 264.

(3) Trillat. Compte rendu Acad. Sciences (Notes diverses. 25 janvier 1915, 7 février 1921, 11 juillet 1921).

(4) Léon Collin. Epidémies (*Dictionnaire des Sciences Médicales* de Dechambre.

autre période. C'est qu'il faut compter non seulement avec le germe et son hôte, mais avec la série des conditions qui rendent leur rencontre fertile.

Il reste donc que l'éclosion d'une épidémie peut raisonnablement s'expliquer par la pullulation soudaine d'un germe infectant et la réalisation simultanée des conditions favorables à son développement (dispersion, infestation, virulence).

Lorsque cette distribution large est effectuée, chacun baigne en quelque sorte dans le contage ; si la densité de l'agent morbide devient très grande, l'organisme sensible, c'est-à-dire adapté, ne peut que difficilement échapper a son atteinte. Quiconque s'expose à la pluie risque d'être mouillé ; mais comme on l'a fait admirablement remarquer, ce n'est pas le premier qui sort qui mouille les autres.

On a passé jusqu'ici sous silence le rôle si fréquemment invoqué des porteurs de germes dans la transmission des épidémies ; mais peut-être leur influence est-elle, en ces matières, plus réduite qu'on ne l'a dit. Il se peut bien qu'ils soient des agents de diffusion des germes qu'ils convoient et colportent. Mais il semble que ces germes soient le plus souvent atténués si l'on en croit, du moins, les observations récemment publiées à l'occasion d'une épidémie de méningite cérébro-spinale sévissant sur les régiments de la Garde Royale Serbe : 90 o/o des porteurs de germes restèrent indemnes de toute manifestation méningitique (1). Certes la contagion peut faire son œuvre à leur voisinage, comme auprès des malades ; elle constitue un facteur secondaire de dissémination et c'est à juste titre que l'on intervient pour limiter ses méfaits par l'isolement et la désinfection.

Mais nous ne croyons pas que cette contagion puisse expliquer à elle seule, la genèse des épidémies, gouverner l'allure et parfois le rythme de leur évolution. Cette genèse semble, au contraire, sous la dépendance étroite de certains facteurs cosmiques, dont l'action très complexe et, partant, mystérieuse dirige sous les apparences de la fantaisie et du hasard la vie des espèces.

C'est pour signaler cette distinction entre la genèse des épidémies et la notion de contagion que furent exposées les réflexions qui précèdent. On leur reprochera peut-être leur excessive banalité, mais le fait banal, serti en son cadre habituel, n'est pas toujours perçu. Il convient de le mettre en évidence. L'accoutumance déforme notre vision des choses et travestit la réalité. Et je sais par expérience personnelle, qu'il faut beaucoup de naïveté pour voir le monde comme il est.

(1) Tadtch Radoyé. Les porteurs de germes méningococciques dans les Ecoles militaires. *Revue d'Hygiène* (Février 1930).

L'EXPLORATION BOREALE INTEGRALE DE L'EXPEDITION SOUS-MARINE TRANSARCTIQUE DE WILKINS-ELLSWORTH (1)

par Gaston L. PESCE
Ingénieur des Arts et Manufactures

Les nombreuses expéditions boréales, tentées à ce jour, pour atteindre le Pôle Nord, soit par la voie maritime, soit par la marche sur la banquise, soit enfin par la voie aérienne, avec le ballon libre, le dirigeable et l'aéroplane, n'ont donné, jusqu'à présent, aucun résultat concret et positif, quant à la possibi-

(1) Sous le titre : « *Au Pôle Nord en bateau sous-marin* », la *Revue Scientifique* publiait le 19 septembre 1896, un projet d'exploration boréale, de M. Gaston Pesce, ingénieur de l'Ecole Centrale, projet considéré comme très hardi et très téméraire pour l'époque, utopique même, ainsi que l'a qualifié l'*Enciclopedia Ilustrada Europeo-Americana*, éditée à Barcelone, en 1922. Notre collaborateur avait, plus encore que de la hardiesse, la foi dans l'avenir industriel de la navigation sous-marine dont il s'est fait, il y a près de 35 ans, un des plus zélés propagandistes. Il a, en effet, donné succesivement, de 1897 à 1910, trois éditions illustrées d'une des plus consciencieuses monographies historiques publiées sur cet important sujet, à la suite d'une communication qu'il avait faite à la *Société des Ingénieurs Civils de France* (Voir le Bulletin de la Société du mois de juillet 1896).

D'autre part, M. Pesce s'étant occupé activement de la navigation aérienne, ses études préalables l'avaient donc préparé à la conception du projet que notre Revue a publié, en 1896, et qui est actuellement en voie d'exécution par Sir Hubert Wilkins, le courageux transvolateur des régions polaires, qu'il a déjà franchies en aéroplane.

N. D. L. R.

lité de se rendre, librement sinon facilement, de l'Atlantique au Pacifique en passant par le Pôle. Par les tentatives faites on a pu se rendre compte des grandes difficultés opposées par les insurmontables forces de la nature et se convaincre que, si l'important et complexe problème n'a pas encore été résolu, c'est par suite de l'insuffisance des moyens employés et, surtout, de l'étude et de la préparation nécessaires pour obtenir une solution intégrale et définitive. Ces tentatives ont toutes été partielles et incomplètes. Pour obtenir cette solution *définitive* convoitée, il faudrait procéder à une étude *stratégique* d'ensemble, comme pour une bataille ou la conquête d'une zone fortifiée, en employant, séparément ou concurremment, tous les moyens dont dispose la technique moderne, ainsi que le veut la logique, et non un seul moyen qui ne peut suffire à la besogne. Les tentatives montrent, surabondamment, que ce ne sera que par le concours concomitant de tous les éléments et de toutes les forces voulues que l'on pourra dominer et asservir celles de la nature.

En effet, Andrée employa le ballon libre, l'*Ornen*, en se laissant transporter, par les caprices du vent, vers un but inconnu, sans savoir, ni même pouvoir prévoir, où il allait descendre. Sa tentative a été un véritable et irrationnel saut périlleux dans le vide et nullement une exploration scientifique, une sublime mais pure *folie*, ainsi que nous l'avons dit, sans ambages, avant son départ, dans notre article de la *Revue Scientifique*, du 19 septembre 1896, intitulé : *Au Pôle Nord en bateau sous-marin*. La réalité ne nous a donné, hélas ! que trop raison. Si Andrée avait employé un ballon captif, au lieu d'un ballon libre, le résultat obtenu eût été certainement plus fructueux, alors même que la zone étudiée eût été plus restreinte.

Nansen, après avoir étudié le parcours effectué par les épaves de la *Jeannette*, se fit volontairement emprisonner, avec le *Fram*, par le champ mobile de la banquise, se laissant aller au hasard des courants inconnus qui l'entraînaient à la dérive. S'il avait eu, lui aussi, un ballon captif, et, mieux encore, un *cerf-volant scientifique*, il aurait pu explorer, de haut, une zone plus étendue que celle, à peine entrevue, à hauteur d'homme.

S.A.R. le Duc des Abruzzes et son fidèle compagnon Cagni, ne pouvant aller plus loin avec l'*Etoile Polaire*, durent confier leurs chances à la valeur de leurs jambes, mais la banquise, hérissée d'amas de glaçons — accumulés surtout aux points de suture des quartiers de banquise en collision — et crevassée par de multiples canaux, irréguliers et changeants, rendit impossible la marche vers le Pôle. La même observation que pour Nansen et pour Peary, peut être faite ici quant à l'emploi des moyens d'investigation.

La voie aérienne fut tentée de nouveau, en ballon dirigeable cette fois, par Amundsen et Nobile, avec le *Norge* et par Nobile avec l'*Italia*. Cela constituait, déjà, un réel progrès sur l'*Ornen ;* mais, seulement lorsque les conditions atmosphériques sont normales et non lorsqu'il faut lutter contre l'ouragan. Nobile aurait, peut-être, pu éviter la catastrophe en louvoyant, avec le vent en poupe, se laissant même entraîner dans une direction opposée à celle conduisant au Pôle, mais en conservant la faculté de pouvoir retourner à sa base au moment de l'accalmie. S'il avait eu à sa disposition un aéroplane-estafette, il aurait pu, en cas d'avarie simultanée à la radio et à l'aéronef, faire connaître l'ubication de son point de descente et, peut-être, sauver ainsi l'équipage.

Wilkins s'est servi de l'aéroplane, qui constituait un moyen plus pratique que le dirigeable, pour effectuer un grand vol d'une seule envolée, sans arrêt sur la glace, de l'Alaska aux Svalbard. Mais un vol de ce genre a plus un caractère sportif que scientifique, car l'enregistrement des observations est trop rapide, trop hâtif et trop succinct, pour pouvoir servir utilement à l'étude d'une zone inconnue aussi vaste qui a besoin d'être explorée, en détail et minutieusement, dans toute son étendue. C'est pourquoi Wilkins a pensé devoir recourir au bateau sous-marin pour effectuer la traversée sous la calotte de glace qui couvre, plus ou moins complètement, presque tout le cercle polaire.

Nous-même avions envisagé cette solution — il y a 35 ans de cela — dans l'étude citée plus haut, mais à titre plutôt théorique que pratique, car il eût été excessivement difficile de l'obtenir alors, la navigation sous-marine se trouvant à peine — en 1896 — à ses premiers débuts, vraiment pratiques.

Wilkins et Ellsworth, appliquant le moyen nouveau, cherchent, à présent, à résoudre l'angoissant problème avec l'appui moral et l'important et efficace concours de la Société de Géographie Américaine, de l'Institut Carnegie, de l'Institut de Géographie Norvégienne et de l'Institut Océanographique Wood's Hole. Le « Ship Board » des Etats-Unis a mis à la disposition de l'Expédition le grand submersible *U.S.S.O.*12, construit en 1918 et récemment rayé du cadre des unités de l'Etat, à la suite du traité de Londres. Ce submersible a coûté plus d'un million de dollars ; mais il a été donné en location au prix symbolique d'un dollar par an, pendant cinq années.

Expédition arctique sous-marine de Wilkins-Ellsworth.

Le éléments que nous donnons ci-après ont

été puisés dans les périodiques qui ont publié les articles originaux de Wilkins et de ses collaborateurs. La genèse du projet fut la suivante. En 1919, Wilkins avait présenté à la Société Royale de Météorologie de Londres, l'étude détaillée d'un projet d'expédition arctique, *en aéroplane*, basé sur les études et publications du Docteur Norvégien Bjerkness et du Docteur R.-G. Mossmann, du Service Météorologique Argentin, lesquels avaient constaté que les conditions météorologiques, observées dans les régions polaires, se reproduisaient régulièrement, dans des conditions semblables, à des latitudes plus tempérées. Ce projet proposait l'établissement de 32 stations permanentes dans le Cercle polaire Arctique et de 12 dans l'Antarctique. De ces stations, au moyen de la radio, les informations météorologiques auraient été transmises aux diverses stations météorologiques du globe pour être comparées et refondues avec d'autres éléments reçus de toutes les parties du monde. Wilkins considérait, avec raison, que, sans des indications précises et continues des conditions météorologiques des régions polaires, il était impossible de se baser, avec certitude, sur des prévisions du temps dans d'autres régions. Pour la recherche et le choix des localités destinées à ces stations ou observatoires météorologiques le projet de Wilkins préconisait des explorations en aéroplane.

Ce projet fut soumis à l'étude d'une Commission composée de Sir Napier Shaw, doyen des météorologistes de tous les pays du monde; du Docteur Stimson, directeur du Bureau Météorologique britannique; du Docteur Walker, ex-directeur du Service météorologique Indien et de M. Richardson, secrétaire de la Société Royale de Météorologie.

Tout en reconnaissant l'importance et l'intérêt qu'offrait ce projet, la Commission considérait que son ampleur était trop vaste et sa mise à exécution trop difficile, surtout à l'époque indiquée, où l'aviation était encore trop imparfaite pour pouvoir être employée dans les régions polaires. Les communications par la T.S.F. étaient, elles aussi, incertaines et coûteuses. Toutefois, Marconi, consulté à ce sujet, avait déclaré que l'emploi de la radio à ondes courtes aurait bientôt rendu possibles les communications à grandes distances sans de grands frais. Depuis lors Wilkins, Amundsen, Ellsworth, Byrd, Nobile et Rijsen Larsen ont effectué plus de 60 mille milles de vol dans les régions polaires et, à l'exception de la fin tragique du dirigeable l'*Italia*, il n'y eut aucune autre victime. De ce premier projet de Wilkins naquit l'actuel qui est en voie d'exécution et auquel se sont intéressées et ont contribué les Institutions que nous avons signalées plus haut.

Fig. 1. — La banquise en perpétuelle débâcle
(Photo Expédition du Duc des Abruzzes)

Les membres de l'Expédition sous-marine Transarctique sont : Sir Hubert Wilkins, président, directeur général et trésorier, qui sera accompagné de Lady Wilkins ; Sloan Dannenhower, premier vice-président et commandant du submersible ; le Docteur Harald U. Sverdrup, second vice-président et chef de l'Etat-Major scientifique ; le Docteur Isaïe Bowman, directeur de la Société de Géographie Américaine ; le Docteur R.-H. Bigelow, directeur de l'Institut Océanographique Wood's Hole ; Simon Lake, le constructeur bien connu de bateaux sous-marins ; l'explorateur Vilhjamur Stefansson ; le conseiller juridique W.

Herbert Adams. L'équipage ne sera composé que de marins ayant prêté service effectif dans des bateaux sous-marins.

Les objectifs poursuivis seraient, entre autres :

1° Etudier la possibilité d'établir avec sécurité, sur le *pack* glacial, entre le Pôle Nord et Pointe-Barrow, dans l'Alaska, une base pour des recherches scientifiques ;
2° Sonder la profondeur de l'Océan Arctique ;
3° Recueillir des échantillons d'eau de l'Océan Arctique à diverses profondeurs et en fixer les éléments végétaux, animaux et minéraux qu'elle contient ;
4° Déterminer la direction et la vitesse des courants sous-marins ;
5° Observer la température estivale de l'eau, de la glace et de l'air à différentes profondeurs et altitudes ;
6° Déterminer les contours et l'étendue de la « sèche continentale » dans la zone arctique ;
7° Déterminer la variation et l'intensité magnétiques aux latitudes boréales élevées ;
8° Procéder à des expériences avec la boussole gyroscopique au Pôle Nord ;
9° Etudier les conditions sismiques ;
10° Déterminer l'intensité de la gravitation terrestre ;
11° Etudier la nature et la composition géologique de la croûte terrestre ;
12° Effectuer des expériences de T.S.F. à la surface aplatie du Pôle ;
13° Faire des expériences de transmission de la voix par radiophonie, du point le plus voisin de l'axe terrestre ;
14° Déterminer les valeurs de la lumière solaire au point de la surface terrestre le plus éloigné du soleil : le Pôle Nord ;
15° Déterminer l'influence de la lumière sur le développement des substances animales et végétales, de surface et abyssales ;
16° Faire des observations météorologiques à la surface et dans les couches supérieures de l'atmosphère aux plus hautes latitudes boréales ;
17° Etudier la formation et la dissociation des masses de glace au-dessous de la surface des eaux polaires ;
18° Déterminer l'influence des basses températures sur les manœuvres des submersibles et sur leurs mécanismes ;
19° Démontrer que les submersibles peuvent être employés efficacement pour ouvrir une voie nouvelle et développer l'activité commerciale de la zone Canadienne de la Baie d'Hudson ;
20° Démontrer que les submersibles peuvent être employés pour transporter des produits des Etats-Unis en Europe, par la voie de la Baie d'Hudson avec moins de frais et plus de profit pour les producteurs et les industriels des Etats-Unis.

Le sous-marin, auquel Wilkins a donné le nom de *Nautilus* (1) en souvenir de Jules Verne et dont le parrain a été M. Jean-Jules Verne, neveu du grand romancier scientifique, a une longueur de 53 mètres et une largeur de 4 m. 80 au maître-couple. Son rayon d'action est de 7.000 milles à une vitesse de 14 nœuds en surface et de 9 en immersion. Son chargement comportera des vivres pour deux ans, quoique Wilkins compte effectuer la traversée des Svalbard au Détroit de Behring, en deux mois seulement, en passant par le Pôle, soit 2.100 milles.

Le *S.O.*12 a subi les transformations voulues

(1) Nous dirons, en passant, que la paternité du nom et du bateau du capitaine Nemo revient de droit à Robert Fulton qui, en 1800, construisit, à Paris, un petit torpilleur sous-marin, monté par un seul homme, auquel il avait donné le nom de *Nautilus* et appliqué, pour la première fois au monde, croyons-nous, l'hélice (double), ainsi qu'on peut le relever de documents historiques conservés aux Archives nationales, à Paris. Ce ne fut qu'après une grande insistance de Fulton que le premier Consul Bonaparte s'est décidé à lui donner l'ordre de le construire, sans y donner, d'ailleurs, toute l'importance que comportait la nouvelle arme qui aurait pu lui donner la suprématie des mers en battant en brèche l'hégémonie maritime britannique.

Le génie de Napoléon ne sut pas deviner l'avenir qui était réservé à la navigation sous-marine, pas plus, d'ailleurs, qu'à la navigation aérienne. Ses réticences dans l'accueil fait à Fulton, ainsi qu'à Coutelle et à Meusnier, eurent de fâcheuses conséquences sur le développement de ces deux branches de la technique moderne et de la défense nationale et montrent combien l'aveuglement de certains hommes de gouvernement peut être funeste à l'avancement des sciences ainsi qu'au progrès et à la grandeur de leur patrie !

L'Américain Fulton, appuyé par Livingstone, ambassadeur de son pays, avait beau écrire au Premier Consul lettres et mémoires dans lesquels il disait :

... « Mais, bloquez la Tamise de la manière indiquée « ci-dessus, arrêtez la navigation de cette rivière et vous « deviendrez maître des conditions de la paix. » Et plus loin : « La Tamise est à votre porte, vous pouvez arrêter « sa navigation et lui donner la liberté, à volonté. Arrê« tez-la et Londres perdra son influence comme Anvers « lorsque la navigation de l'Escaut fut détruite. » Rien n'y fit. Bonaparte ne crut pas devoir s'intéresser à son invention, pas plus qu'aux torpilles que Fulton appelait des « pétards ». Découragé, Fulton se rendit en Angleterre où William Pitt l'accueillit avec une plus grande clairvoyance que celle du Premier Consul ; mais, l'Amirauté ne voulut pas profiter de l'offre de Fulton et le Comte de Saint-Vincent lui déclara que : « Pitt était le « plus grand sot qui ait jamais existé d'encourager un « genre de guerre inutile à ceux qui sont les maîtres de « la mer, et qui, s'il réussissait, les priverait de cette su« périorité. »

Nous ajouterons qu'en 1809, les Frères Coëssin construisirent au Havre un petit bateau sous-marin auquel ils donnèrent également le nom de *Nautilus*.

pour lui permettre de mieux répondre à sa nouvelle destination. Tout d'abord la proue a été renforcée par un « nez robuste » en acier, qui lui permettrait de donner un éventuel coup de boutoir contre la glace sans être trop endommagé. Un organe tactile pneumatique lui permettrait de tâter la glace. La chambre des torpilles a été transformée en une chambre ou écluse d'immersion pour la sortie des scaphandriers. Entre temps, elle servirait de laboratoire et de fumoir. Au-dessous se trouve le réservoir à combustible liquide pour les deux moteurs

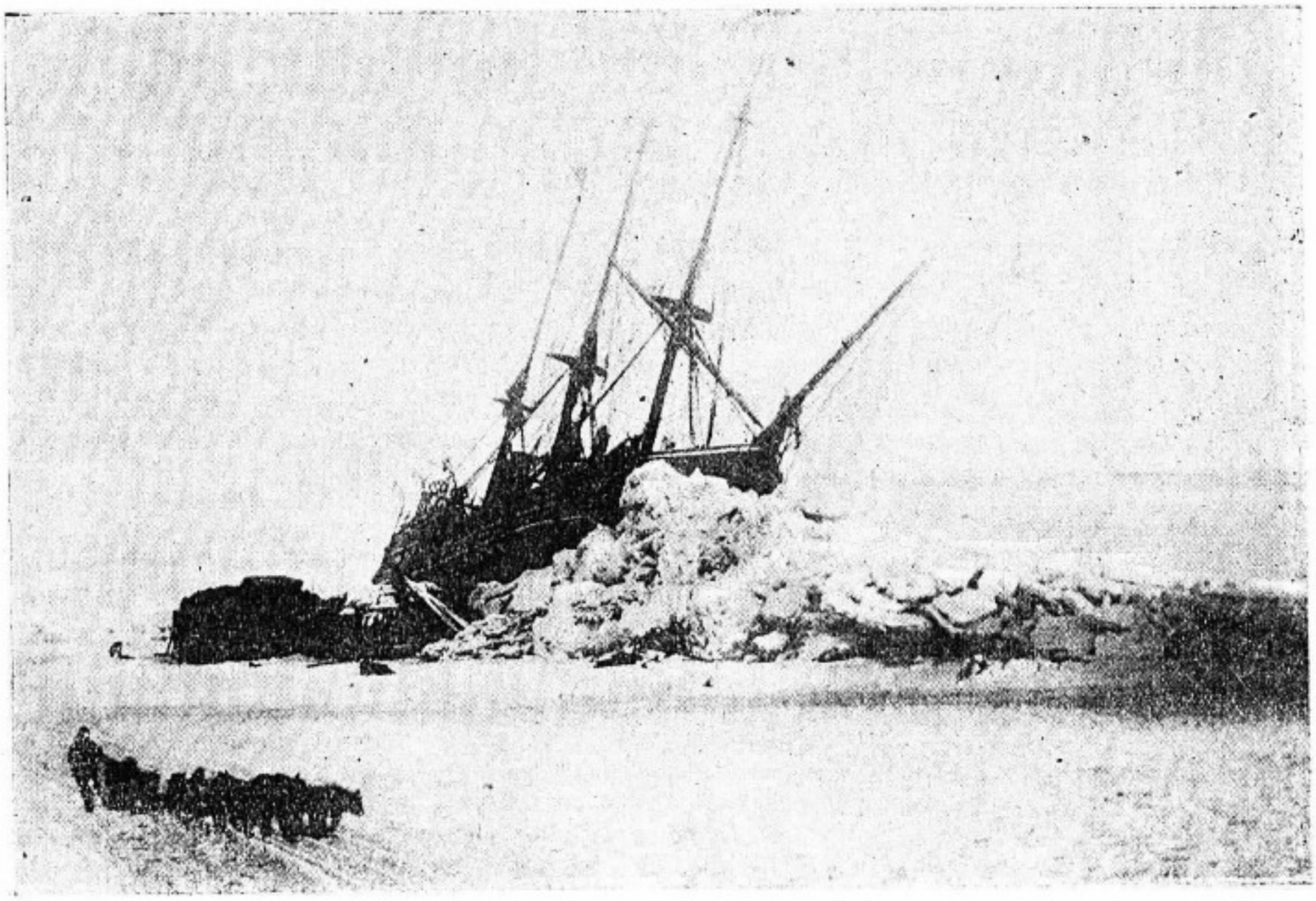


Fig. 2. — *L'Etoile-Polaire* du duc des Abruzzes, adossée à un *hummoch*.

Diesel et un réservoir, revêtu de plomb, pour l'eau distillée, destinée à la batterie électrique et aux membres de l'expédition. Plus loin, en se dirigeant vers la poupe, l'ancien magasin a été disposé pour recevoir la base de la nouvelle cabine, télescopique, du commandant. On y a placé également les appareils acoustiques, dits « à écho », pour mesurer les profondeurs de l'Océan arctique en se basant sur la mesure de la vitesse du son entre son émission et le retour de l'écho. Puis vient le compartiment de la batterie électrique. Au-dessous se trouvent 60 des 120 accumulateus pesant chacun une demi-tonne. Ensuite un second compartiment pour la batterie électrique et pour la cuisine. Viennent ensuite le local pour les moteurs Diesel de 500 C.V. et celui pour les moteurs électriques, pour divers instruments et l'outillage nécessaire aux réparations en cours de navigation.

Pour pouvoir renouveler l'air du sous-marin on a prévu, paraît-il, une triple disposition mécanique émergeant à la partie supérieure du *Nautilus* pour perforer le dôme de glace situé au-dessus de lui ; mais nous n'en possédons pas une description suffisamment claire et c'est certainement la partie la plus importante pour la santé et l'intégrité des membres de l'expédition. La tourelle télescopique, qui a un diamètre de 71 cm. se termine, paraît-il, par un dispositif spécial avec une lame excentrique, mûe par un moteur électrique, pour la trépanation de la calotte de glace. Deux pistons hydrauliques pousseraient la tourelle télescopique en lui donnant une extension de quatre mètres, à une vitesse de 30 cm. par minute. Le couteau excentrique effectuerait une ouverture plus grande que la tête de la tourelle, laquelle émergerait au-dessus de la glace, et, par l'ouverture d'un trou d'homme, livrerait passage aux hommes de l'équipage. Cette tourelle serait protégée par de longs patins ou longrines qui s'étendraient sur toute la longueur du pont du submersible et lui permettraient de glisser comme un traîneau renversé, mais lentement, le long de la surface inférieure de la banquise. Cela laisserait supposer que les aspérités de la face inférieure de la banquise n'auraient que de faibles saillies, ce qui n'est rien moins que prouvé. Une antenne tactile, munie d'une roue, permettrait d'avoir un contact permanent avec

la face inférieure de la banquise et de suivre ses variations d'épaisseurs qui seraient annoncées par les retraits effectués par le piston à sa base.

Tout a été consciencieusement étudié, dit-on, par le constructeur Simon Lake, afin de réduire, le plus possible, les risques et les dangers qui se présenteraient au cours du voyage et d'éviter les accidents que pourraient opposer des obstacles se présentant sur la route des audacieux explorateurs.

Tout en faisant les vœux les plus sincères pour le succès de la grande et téméraire entreprise de l'expédition Wilkins-Ellsworth, nous ne pouvons nous abstenir de formuler quelques observations critiques ayant pour but de réduire encore les risques inséparables d'une traversée aussi périlleuse.

En partant des constatations faites et des observations enregistrées par les différents explorateurs qui ont effectué les précédentes expéditions, nous examinerons les inconvénients les plus graves qui peuvent se présenter.

D'après les observations de Nansen — dont Sverdrup a été le bras droit à bord du *Fram* — ainsi que d'après celles du Duc des Abruzzes et du Commandant Cagni, on peut considérer la banquise comme offrant l'aspect d'une vaste plaine de glace, en *débâcle permanente*, parsemée de bancs de glace, plus ou moins grands, poussés à la dérive sous l'action du vent et des courants sous-marins. Ces bancs fractionnés, d'épaisseurs variables, constituent par endroits et par suite de leurs chevauchements, des monticules de glaçons, appelés « hummocks » en anglais. Ces monticules, dont le tirant d'eau est variable, constitueront pour le submersible, par suite de l'irrégularité de leurs formes et de leur instabilité, le plus grand obstacle à surmonter. L'on peut dire, sans crainte de se tromper, que la face inférieure de la banquise doit être une image, presque symétrique mais amplifiée, de la face supérieure. Il faudrait donc s'en tenir éloignés et éviter, par principe, leur contact, même par l'intermédiaire de l'antenne tactile, qui pourrait être la cause d'accidents, constituant, au fond, une *queue-impedimenta* par laquelle le sumbersible pourrait se trouver être pris et arrêté. Cette roulette de fortune, roulant contre la face inférieure de la banquise, ne nous dit rien qui vaille. Nous pensons qu'il serait préférable, au contraire, de s'éloigner prudemment de la banquise en s'immergeant à une profondeur suffisante pour trouver un plan d'eau laissant libre passage au submersible, en se tenant, toujours, le plus loin possible des aspérités de la surface rugueuse de la banquise, aspérités quelquefois considérables, qui pourraient entraver gravement la marche normale du *Nautilus* dont la presque complète cécité l'empêcherait de se rendre compte des obstacles qui surgiraient sur sa route, ni d'en évaluer les dimensions, malgré les lampes électriques qui l'éclaireraient extérieurement. Il est vrai que Nansen affirme n'avoir pas rencontré de monticules de glace de plus de 50 à 60 pieds de hauteur — soit environ une quinzaine de mètres — mais ce sont là, tout de même, des obstacles redoutables à éviter. En descendant à 20 ou 25 mètres et davantage même — le *Nautilus* est descendu jusqu'à cent mètres — on n'aurait plus aucune crainte de rencontrer des obstacles, sauf toutefois, des baleines ou des terres, s'il y en a.

Dans notre projet de 1896 nous avions prévu l'emploi d'un ou plusieurs avertisseurs électriques du type Maquaire, sorte de petit sous-marin tactile, non monté, qui précèderait le submersible à 50 ou 100 mètres en avant, en éclaireur ou pointe d'avant-garde, pour protéger la marche du grand frère.

Un autre danger qui pourrait surgir inopinément, serait celui d'un courant sous-marin de grande intensité et, cas plus grave encore, d'un moulinet dû à des rencontres de courants sous-marins dirigés en sens contraires et déterminant un mouvement de giration. Les cyclones, typhons et autres « tornados » aériens d'Extrême-Orient, sont dûs à de ces rencontres de courants aériens dont la réciproque striction engendre les trombes gigantesques qui détruisent tout sur leur passage, arrachant même des arbres séculaires. Un moulinet, ou cyclone sous-marin, n'aurait rien d'impossible, puisque l'on en connaît déjà à la surface, tels que le *Mael Strom*. Wilkins, dans sa récente publication, fait allusion à la possibilité de découvertes extraordinaires et sensationnelles, telles que celle d'un puits traversant la terre, et il ajoute que les sondages d'Amundsen, d'Ejelson et les siennes mêmes, ont atteint 4.200 et 5.500 mètres. Peary n'a pu atteindre le fond de la mer. Il n'y aurait donc rien d'impossible dans la formation d'un gigantesque puits d'eau, produit comme une trombe, par la rotation de la terre autour de son axe. Ce serait là un tourbillon fatal qui ne permettrait au *Nautilus* aucun espoir de retour... sauf, toutefois, peut-être, en passant par les Antipodes !... Il réaliserait ainsi, du même coup, l'autre roman de Jules Verne : *Au centre de la terre*, et, dans ce cas, la fervente imagination du grand précurseur serait dépassée par la réalité, comme cela a lieu, d'ailleurs, assez souvent.

Ces courants sous-marins, chauds et froids : « Gulf Stream » et « Geysers » (1), ces vol-

(1) Le dernier connu vient de jaillir à Larderel, en Toscane, d'une manière très violente, s'élevant à une hauteur de 250 mètres et provenant du fond d'un puits artésien dont le fonçement était parvenu à une profondeur de 360 mètres. La puissance du jet est telle que le

cans d'eau et de gaz, de feu et de boue, montrent avec surabondance, que notre planète est encore en ignition, que son refroidissement n'est que superficiel et que le magma de boue et de matières en fusion ne forme qu'une boule fort irrégulière. Il serait curieux d'avoir une mappemonde formée de la seule partie solidifiée, sans l'eau des océans qui en remplit les cavités. Elle ressemblerait à une gigantesque scorie de métal de Corinthe.

D'une manière générale, on peut rebattre sur le défaut capital de toutes les expéditions polaires et de toutes les entreprises de notable envergure, en affirmant que, si aucune n'est parvenue, même de loin, à arracher son secret au Sphinx du Nord, c'est à cause de l'insuffisance des moyens et de la préparation désdites expéditions, sans omettre la hâte, quelquefois trop précipitée, et le nervosisme de certains explorateurs qui croiraient déchoir en modérant le rythme de leur action. C'est pourquoi nous estimons qu'il serait peut-être bien de reprendre la question *ab ovo* et de chercher à la résoudre, ainsi que nous le proposions en 1896, en étudiant, d'une manière rationnelle et méthodique, un plan d'ensemble de ce vaste problème de *stratégie... géographique* et de logistique, en le faisant suivre d'une préparation minutieuse, en y employant tous les moyens techniques les plus perfectionnés que la science et l'industrie mettent à la disposition des hardis explorateurs. On passerait ensuite à l'exécution que l'on poursuivrait avec la plus scrupuleuse précision, pas à pas, avec la patience, l'endurance et le temps voulus. Il faudrait, en somme, procéder suivant la méthode adoptée et suivie par le Ministre de l'Aéronautique Italienne, Italo Balbo, dans son raid aérien transatlantique, ainsi que par De Pinedo et par Del Prete et Ferrarin, dans leurs splendides envolées vers l'Extrême-Orient et l'Amérique du Sud.

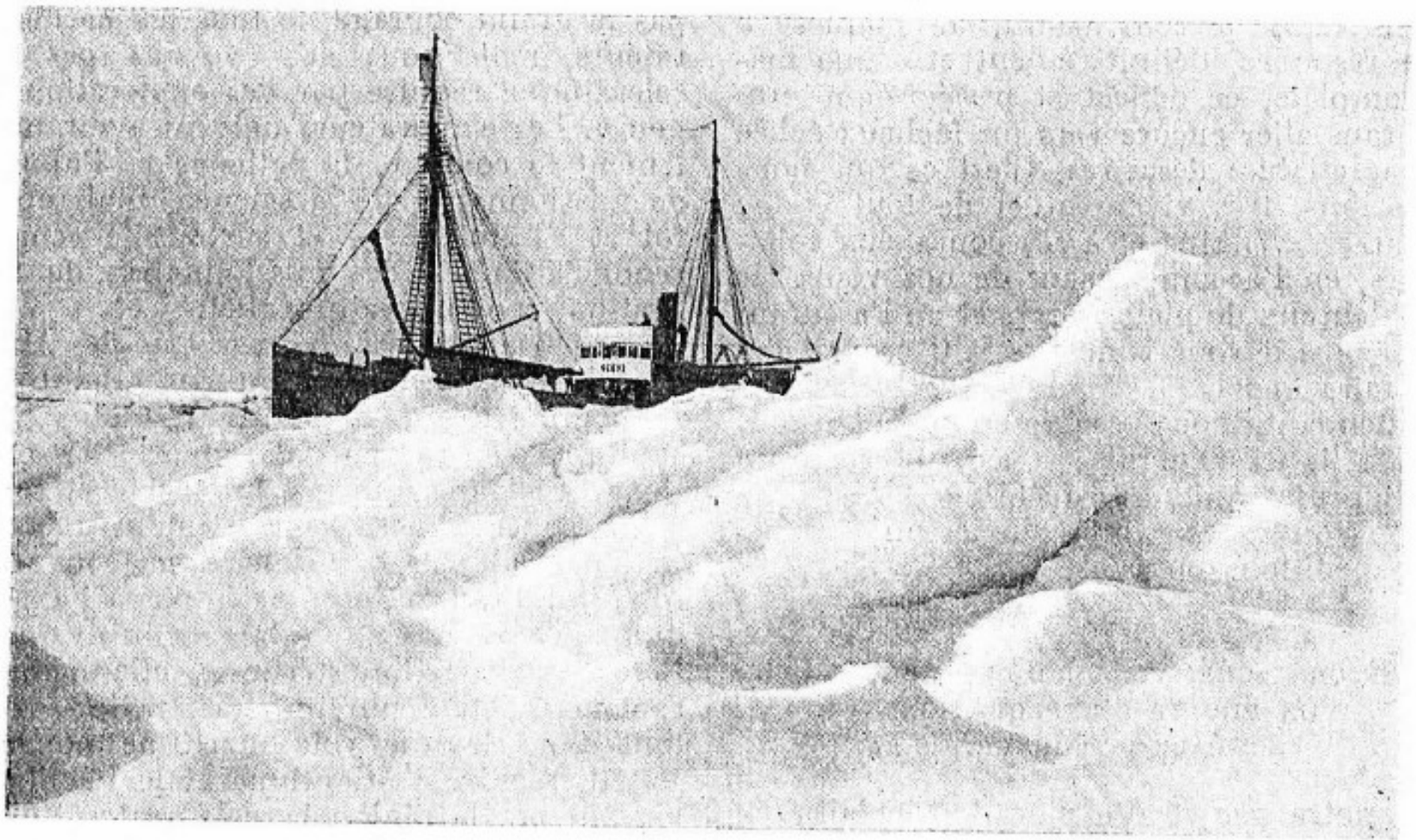


Fig. 3. — *Le Quest* de l'Expédition Peretti (1927)

Dans la *Revue Scientifique*, nous écrivions en 1896 (p. 364) : ...« Dans une question de ce genre, où la science pure est le seul mobile, c'est, pensons-nous, une commission internationale qui devrait être constituée pour mener à bonne fin cette étude. », et p. 365 : « Pourquoi ne se formerait-il pas une ligue de savants de tous les pays, sous la présidence de quelque souverain éclairé, qui se chargerait de diriger vers la réussite une semblable entreprise d'intérêt universel ? » Nous songions alors au Prince Albert de Monaco, le savant océanographie, trop tôt ravi à la science dont il professait un culte fervent et passionné. En effet, une semblable exploration devrait être faite avec le concours et l'appui matériel et moral de tous les Pays civilisés.

La *Revue Scientifique* du 15 août 1896, signalait un article de Robert Stein, publié par le *Popular Science Monthly*, lequel était égale-

bruit assourdissant qu'il produit, couvre tout autre bruit au point de ne pouvoir entendre la voix humaine. Il se fait entendre à 50 kilomètres à la ronde. Les habitants de la localité sont obligés de se tamponner les oreilles et de communiquer entr'eux au moyen de l'écriture, ou par des gestes, tout comme des sourds-muets. Ce jet vient d'être dompté et capté depuis peu.

ment de cette opinion. Enfin, dans son numéro du 10 octobre 1896, la même *Revue Scientifique*, informait que George Gould avait décidé d'installer une première station en un point d'accès facile aux navires pour pouvoir conserver, d'une manière continue, le contact avec le monde civilisé et installer, de proche en proche, des stations successives dans la direction du Pôle Nord. Nous ignorons quelle suite eut ce projet ; mais, vu que l'organisation de Sir Wilkins est déjà solidement constituée et puissamment, subventionnée, il lui serait facile, nous semble-t-il, d'en élargir les bases et de l'étendre dans le sens voulu, de manière à pouvoir résoudre, définitivement et d'une manière complète, ce délicat et passionnant problème, sans aller encore vers un fâcheux échec et de regrettables désastres. C'est ce que nous souhaiterions, très vivement et de tout cœur, à Sir Hubert Wilkins et à ses courageux collaborateurs, en l'accompagnant de nos vœux les plus chaleureux de plein succès et en l'assurant de notre plus dévoué concours, s'il croyait devoir y faire appel.

En attendant, nous esquisserons à grands traits, les lignes générales schématiques, d'un nouveau projet qui nous a été suggéré par la lecture des ouvrages publiés sur les plus importantes expéditions boréales.

Etude schématique d'ensemble d'un projet d'exploration boréale intégrale.

Dans notre projet d'exploration polaire en bateau sous-marin, nous nous étions basé sur les résultats obtenus par Nansen et Sverdrup et par le Duc des Abruzzes et Cagni. Le départ imminent de l'expédition aérienne d'Andrée — que l'on aurait pu appeler *la marche à la mort* — nous avait poussé à la publication de notre article, dans l'espoir d'une résipiscence et d'une modification de programme de la part du trop hardi et trop téméraire explorateur suédois. Serons-nous plus heureux avec l'explorateur australien ? Soit dit, en passant, le fait de se montrer trop courageux et trop dédaigneux des précautions à prendre dans une entreprise périlleuse, dénote une mentalité de casse-cou ou de joueur qui ponte sur une carte, au hasard du sort, plutôt que celle d'un vrai lutteur qui regarde froidement le danger, bien en face, pour en triompher, sans même encourir le risque de se donner une entorse. Il ne faut pas craindre de se mesurer avec le danger ; mais, il ne faut pas, non plus, comme des insensés, s'y jeter au devant, tête baissée, avec un bandeau sur les yeux. Ce sont là des prouesses ou des fanfaronnades qu'il faut bannir d'expériences où la vie humaine est en jeu et si l'on est prêt à sacrifier sa propre existence il faut songer que l'on assume aussi la grave responsabilité de celle des autres, ce qui doit rendre très prudent. La hardiesse des expéditions d'Andrée avec Fraenkel et Strindberg, en ballon libre, et d'Amundsen en aéroplane et en dirigeable, de Nobile en dirigeable et de Wilkins en aéroplane, n'ont guère servi à la science ni à l'humanité. Leurs tentatives ont eu un caractère purement sportif et Lindbergh a eu autant de mérite qu'eux avec sa téméraire traversée de l'Atlantique avec un aéroplane d'une autonomie tout juste suffisante. Nous ne contestons pas le grand courage de tous les hardis explorateurs, mais nous n'y voyons pas l'utilité scientifique requise par des explorations de ce genre. Les explorateurs doivent avoir non seulement le courage, la patience et l'abnégation de missionnaires de la science, mais encore la foi et l'humilité — et surtout le sens de la renonciation — des missionnaires de la civilisation, sans un vain orgueil.

Nansen avec le *Fram*, et le Duc des Abruzzes, avec l'*Etoile Polaire*, n'ont pas atteint le Pôle — comme Peary — mais, du moins, ils s'en sont approchés et en ont rapporté des observations précieuses qui ont pu servir et serviront à leurs successeurs. Nous estimons que dans la méthode adoptée par Nansen se trouve le germe fécond qui donnera naissance à l'expédition qui permettra d'atteindre définitivement le Pôle — satisfaction stérile en elle-même, pensons-nous, étant purement virtuelle — et, surtout d'ouvrir une voie maritime nouvelle de jonction entre l'Atlantique et le Pacifique, en passant par la région boréale, grâce à l'emploi de bateaux submersibles. La navigation sous-marine est, désormais, sortie de l'enfance et se trouve dans la pédiode de l'adolescence. Il est incontestable que d'ici quelques années l'on verra, nous en avons la plus profonde conviction, des navires de commerce submersibles, non pas autant pour les voyageurs que pour les marchandises. Leur adoption rendra la navigation plus sûre, surtout pendant les mauvais temps, car on sait que l'agitation de la mer, pendant les tempêtes, est plutôt superficielle. La fureur du vent agite les couches supérieures, mais son action s'arrête à une profondeur relativement faible : 10 à 15 ou 20 mètres, tout au plus. Si tous les navires pouvaient, à l'approche de la tempête, s'immerger à la profondeur voulue, ils y trouveraient le calme propice aux heureuses traversées et ne seraient plus les « cercueils flottants » qu'ils sont en réalité. D'autre part on éviterait bien des collisions, par les temps de brouillard, surtout sur les voies maritimes, qui existent presque comme sur terre, imposées par les nécessités de la loxodromie, si les navires allant dans un sens se trouvaient à la surface et ceux allant

en sens contraire voguaient à un niveau inférieur de 15 à 20 mètres ; il n'y aurait plus de collisions sauf pour ceux qui, comme le *Glorious* — qui a éperonné, récemment, le *Florida* — sont obligés de zig-zaguer, à la recherche d'aéroplanes ou d'hommes tombés à la mer. Si l'on voulait faire prendre la voie sous-marine dans les deux sens, à l'aller et au retour — comme cela se produira lorsque des lignes régulières de navigation sous-marine seront établies entre l'Atlantique et le Pacifique, en passant par le Détroit de Behring — il n'y aura qu'à établir deux niveaux différents.

Voilà des affirmations qui feront, peut-être, faire des gorges chaudes aux nombreux « retardataires » et misonéistes — pour employer des euphémismes — qui constituent la grande majorité de la population du globe ; mais, les gens réfléchis et les techniciens qui comptent, sauront bien vite faire taire ces blasphémateurs du progrès. Aux yeux de ces « retardataires » les plus grands esprits ont toujours passé pour des fous ou des utopistes, parce qu'ils ne les comprenaient pas, ni ne pouvaient les comprendre, par suite de leur cécité mentale. Quant à nous, nous avons la profonde conviction que la première ligne de navigation commerciale sous-marine, par la voie boréale, ou tout autre, ne tardera pas à être bientôt établie, sans doute par les Américains qui, ayant un profond sens pratique, sont à l'avant-garde du progrès industriel. Ce sera le premier résultat pratique tangible auquel donnera naissance l'étude méthodique et approfondie de la zone arctique.

Cette traversée sous-marine ne devrait, toutefois, s'effectuer que dans un second temps. Il faut savoir *se hâter lentement* et explorer auparavant, toute la zone boréale et établir la voie sûre et certaine, et pour cela il serait nécessaire, indispensable même, que Sir Wilkins retournât à son projet primitif, qui est très sensé et pratique, en constituant des *stations permanentes d'observation*. Toutefois, au lieu de 32 stations on pourrait commencer avec un nombre moindre : six tout au plus, dont deux seraient fixes et quatre mobiles, comme l'était le *Fram*. Ces stations seraient des nefs ou îles flottantes qui, comme le *Fram*, suivraient des itinéraires imprévus et imprévoyables mais repérables. Encastrées dans la glace de la banquise, elles pirouetteraient comme de lentes toupies (1).

Ces stations mobiles ou observatoires flottants, devraient avoir une forme d'ellipsoïde de révolution et mieux encore ovoïde. Comme les navires porte-aéroplanes, elles devraient être munies d'une plate-forme pour le départ et la descente des aéronefs. Construites en acier et en ciment armé, elles devraient avoir des dimensions telles à pouvoir loger sous leur coupole un petit ballon-captif toujours gonflé et un hélicoplane au plan inférieur. Un petit bateau sous-marin, à deux ou trois places, serait logé dans les flancs de l'îlot, dans une chambre d'écluse. A l'aide du ballon captif on pourrait explorer une large zone circulaire de la banquise et en relever le plan par la photographie. Avec l'hélicoplane on pourrait étendre l'amplitude de la zone explorée. Avec un cerf-volant scientifique, enfin, on effectuerait les mêmes opérations lorsqu'il y aurait du vent. Les photos déjà obtenues par des appareils analogues ont donné des résultats fort appréciables. Des appareils enregistreurs fourniraient des diagrammes des éléments physiques et météorologiques. Il y aurait enfin la possibilité d'étendre, presque indéfiniment, l'amplitude des zones explorées, en employant des aéroplanes ou autres appareils mécaniques automatiques, *non montés*, et dirigés à distance par radio. Nous signalerons également les projectiles à fusées qui sont actuellement à l'étude et qui, dans un avenir prochain, pourront concourir avec les autres moyens aptes à compléter nos connaissances sur la géographie terrestre, en attendant les recherches astrales et interplanétaires qui, pour être plus ambitieuses et d'apparence utopique, ne doivent pas, cependant être entravées ; car, alors même qu'elles ne pourraient aboutir à des voyages de la Terre à la Lune, elles pourront, toutefois, être employées en vue d'autres applications, plus modestes, mais plus utiles à l'humanité. Combien d'autres inventions n'ont-elles pas servi à d'autres fins que celles pour lesquelles elles avaient été conçues ? Encourageons donc les inventeurs et ne les démoralisons pas par une critique, d'esprit trop étroit, qui paralyse au lieu d'inciter à l'action. Il y a bien des années que l'illustre ingénieur Nobel nous a entretenu des expériences faites par lui, à Bofors, avec une fusée qui lui a permis de prendre, à de grandes hauteurs, des photographies topographiques agrandies après la descente.

Rien donc d'insensé.

(1) Il y a une vingtaine d'années, nous avons envoyé à la *Revue des Revues* de Paris, qui avait publié le 15 décembre 1898, notre article intitulé : « Contre les naufrages. Appel aux pays civilisés », une étude sur les « Iles flottantes, que nous munissions d'hélices, tout comme « L'Ile à Hélice » de Jules Verne. Jean Finot, directeur de la *Revue des Revues* n'a pas osé publier l'article, croyons-nous, par crainte du ridicule ! Il n'était pas technicien, ni Américain non plus, et, par suite, il n'aura pas voulu se rendre complice d'un visionnaire ou d'un utopiste. D'ici peu nous verrons l'utopie devenir une réalité tangible, car la traversée des Océans ne sera rendue aisée et pratique pour la navigation aérienne que grâce au concours de ces îles flottantes dont une première application d'essai pourrait être faite en l'encastrant, comme le Fram dans les glaces de la banquise polaire.

Lorsque les ovoïdes *toupies polaires* (1) auront évolué sous la poussée des courants aériens et sous-marins et auront accompli un parcours plus ou moins long, dans un temps donné, et que l'on aura recueilli une abondante moisson d'observations aériennes et sous-marines, la connaissance complète du milieu, surtout sous-marin, permettra au *Nautilus* de s'aventurer, non plus à l'aveuglette, mais en connaissance de cause. Alors seulement le submersible pourra être utilement employé, sans courir de graves risques et périls, pour effectuer des traversées régulières. Nous ne pouvons espérer de vivre assez longtemps pour voir la réalisation complète de cette vision anticipée qui n'est point un rêve utopique. Sir Wilkins est encore jeune. Qu'il sache patienter, s'il veut faire œuvre vraiment utile et pratique.

En attendant, avec la plus inébranlable foi dans l'avenir de la science et dans le succès de l'entreprise polaire, encore une fois, *effectuée avec toute la patience voulue*, nous pourrons répéter ici, au sujet de l'expédition Wilkins-Ellsworth, ce que nous avons dit, il y a 35 ans, pour l'expédition d'Andrée (R. S. du 19 novembre 1896, p. 361)... « en réfléchissant mûrement à la hardiesse et à la témérité d'une semblable tentative, à l'extraordinaire énergie dont les courageux explorateurs aériens — et sous-marins, ajouterons-nous, à présent — des régions boréales auront à faire preuve, on se prend à regretter vivement que tant d'intelligence, de courage et de volonté soient aussi mal employés au profit de la science et soient, peut-être, inutilement exposés à de funestes et irrémédiables résultats. Il ne faut pas trop s'illusionner, en effet, ni se leurrer sur les résultats annoncés de cette périlleuse entreprise, hasardeuse au dernier chef. » Elle est, en effet, trop hâtive, puisqu'elle *commence par le second temps alors que le premier n'est pas encore réalisé*, c'est-à-dire l'exploration et l'étude de la route à suivre et de la voie à créer. C'est tout comme si l'on voulait partir avec une *locomotive* dans un désert avant d'y avoir placé les rails.

Milan, le 6 mai 1931.

(1) Ces îles flottantes pourraient également servir de piles d'un *pont sans tablier* que franchiraient des aéroplanes de saut en saut, s'arrêtant momentanément sur ces reposoirs mobiles, comme font les oiseaux migrateurs qui reprennent haleine en se reposant sur les mâtures des navires qu'ils rencontrent sur leur route.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématique

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Mars 1931).

Théorie des nombres. Comme le montre M. *Arnaud Denjoy*, la théorie des probabilités permet d'entrevoir que les zéros imaginaires de $\zeta(s)$ ont $1/2$ pour partie réelle. Pour cela, il suffit de s'appuyer sur des formules classiques relatives au développement en série de $1 : \zeta(s)$, et d'admettre qu'un grand nombre sans diviseur carré offre une égale probabilité d'avoir un nombre pair ou un nombre impair de facteurs distincts.

Algèbre. En s'appuyant sur un résultat de M. Chokhate, M. *J. Favard* montre que pour un polynome $a_0+a_1x+\ldots+a_k x^k$ à coeficients réels, liés par $c_0a_0+\ldots+c_ka_k=0$ ait au moins une racine réelle dans (a, b), il faut et il suffit que le problème des moments $\int_a^b x^n \, a \, \psi=c_n$ ($n=0, 1, \ldots$ et ψ fonction croissante) ait au moins une solution. Ce résultat permet de généraliser ceux de M. Montel et de M. Tchakaloff.

Théorie des fonctions. 1. M. Lebesgue a établi que toute fonction d'ensembles plans, F (E), satisfaisant à diverses conditions dont la suivante : F (E) = F (E') lorsque E et E' sont congruents, est identique à la mesure de l'ensemble. Or, comme le montrent MM. *J. Schreier* et *St. M. Ulam*, on peut généraliser cette dernière condition en remplaçant la congruence par l'existence d'une transformation $x'=x+c\varphi(y)$, $y'=y+d\psi(x)$ transformant E en E'.

2. Soit, dans l'espace de deux variables complexes x et y un domaine cerclé D (c'est-à-dire contenant les points $(x'=xe^{i\theta}, y'=ye^{i\theta})$, en même temps que le point (x, y) et cela pour toute valeur réelle de θ). M. Henri Cartan a établi que toute transformation analytique qui conserve l'origine et transforme un domaine cerclé borné en un domaine cerclé est nécessairement linéaire. On peut se poser un problème analogue en supposant que les origines ne se correspondent pas. C'est ce problème que résolvent MM. *Elie* et *Henri Cartan* en s'appuyant sur la théorie des groupes.

3. M. *Otton Nikodym* énonce deux théorèmes relatifs aux bornes et aux limites des fonctions parfaitement additives d'ensembles abstraits.

Théorie des groupes. Comme le remarquent MM. *Chevalley* et *Herbrand* on peut édifier pour les surfaces de Riemann une théorie analogue à celle des corps de Galois, les notions de surface de recouvrement et de groupe de monodromie remplaçant celles d'extension algébrique et de groupe de Galois. Ce parallélisme leur permet de démontrer certains théorèmes de la théorie des groupes infinis dénombrables d'une manière presque intuitive.

Analyse. 1. Une équation $s=f(x, y, z, p, q)$ peut n'admettre aucun invariant bien qu'elle satisfasse aux conditions nécessaires formulées pour l'existence de ces in-

variants; mais dans ce cas il peut arriver qu'une transformation de Bäcklund change l'équation en une autre qui ne satisfera pas aux conditions : s'il en est ainsi, un théorème de M. Goursat montre que l'équation proposée n'aura pas d'invariant. M. *Pasquier* applique cette remarque à un exemple simple.

2. En s'appuyant sur sa théorie des fonctionnelles isogènes, M. Volterra a démontré autrefois la réciproque du théorème de Cauchy pour les intégrales doubles. M. *Francesco Severi* développe une démonstration directe de cette réciproque, démonstration qui s'applique d'ailleurs aux intégrales doubles attachées à une surface algébrique.

3. M. *Radu Badesco* envisage l'équation fonctionnelle $\Phi(z)=\lambda\ F(z)\ \Phi[\theta(z)]+\psi(z)$ dont les solutions se rattachent à un certain problème d'itération. Il étudie les propriétés des solutions de cette équation qui correspondent aux points fixes de la transformation $z_n = z_{n1}\ \ [\theta(z)]$.

4. Soit $f(x)$ une fonction réelle, possédant une infinité de dérivées dans $(-1,+1)$; M. *Soula* montre comment on peut limiter le minimum de $|f^n(x)|$ dans $(-b,+b)$; et du résultat, il déduit certaines conséquences relatives à l'analyticité ou à la quasi-analyticité de la fonction dans l'intervalle.

5. Par extension de la méthode de Poincaré, M. *C. de la Vallée-Poussin* définit et étudie le balayage d'une aire plane bornée, d'un seul tenant, à connexion simple ou multiple, et limitée par des courbes rectifiables. Grâce à ce procédé, le problème de Dirichlet se résout par une intégrale de Stieltjes.

6. M. *G. Pfeiffer* montre comment on peut construire l'opérateur général permutant les intégrales d'une équation linéaire et homogène aux dérivées partielles du premier ordre. En partant des intégrales de cette équation on peut construire l'opérateur sans intégration nouvelle.

7. Pour étudier la sommabilité (C,δ) d'un développement en série de polynomes d'Hermite, il est préférable, comme l'indique M. *E. Kogbetliantz*, de recourir à la méthode directe plutôt qu'à la méthode d'équiconvergence. A cet effet, l'Auteur donne l'expression approchée de la moyenne arithmétique d'ordre δ de la série-noyau et il démontre un théorème général de sommabilité.

8. M. *D. Pompeiu* montre que si la dérivée $f'(z)$, d'une fonction holomorphe dans D s'annule dans D, la fonction $f(z)$ ne peut être monotone dans D.

Géométrie. M. *G. Vranceanu* étudie le nombre minimum de variables qu'on peut laisser dans certains systèmes de formes de Pfaff, et, à titre d'application de ses résultats, il montre, notamment, que si les équations de non-holonomie d'une V_n^m n'ont aucune combinaison intégrable, le groupe d'application de la variété est toujours fini et peut avoir au maximum $n+\frac{m\,(m-1)}{2}$ paramètres.

Géométrie différentielle. M. *Paul Delens* présente une série de résultats relatifs aux congruences. Il examine, par exemple, le problème de la détermination d'une congruence $\mathbf{a}$ à partir d'un champ de vecteurs $\mathbf{w}=\mathbf{a}$ div $\mathbf{a}+\mathbf{a}\wedge\mathbf{a}$; peut-il exister deux vecteurs $\mathbf{Va}$ sans divergence, ni rotationnel, ayant même $\mathbf{w}$? On est ramené à une solution de M. Alayrac.

Géométrie des masses. Comme le montre M. *D. Wolkowitsch*, les considérations qu'il a développées en géométrie des masses permettent d'obtenir rapidement la meilleure approximation d'une série de mesures par une formule approchée à deux paramètres.

Mécanique des fluides. 1. M. *Henri Poncin* étudie certains mouvements permanents irrotationnels d'un fluide pesant en écoulement sur une paroi courbe indéfinie. Il établit une méthode d'approximations successives basée sur une représentation conforme dans une demi-couronne circulaire et sur une formule de M. H. Villat.

2. M. *Basile Demtchenko* étudie le problème de Dirichlet mixte inverse pour un domaine plan doublement connexe et il applique ses résultats à la détermination des surfaces de glissement relatives au mouvement de deux ou plusieurs corps dans un courant fluide uniforme à l'infini.

Elasticité. 1. M. *A. Lokchine* étudie les vibrations tournantes d'un corps limité par une surface de révolution. Il envisage notamment le cas d'un corps présentant une surface conique, sphérique ou paraboloïdale et pouvant posséder une extrémité pointue.

2. Contrairement à l'opinion soutenue jusqu'ici, on peut établir que la flèche d'une poutre ne dépend que des déformations dues aux tensions longitudinales, et nullement des cisaillements dûs aux efforts tranchants : c'est ce que fait M. *Mesnager*, en utilisant l'expression de la courbure d'une fibre longitudinale.

3. M. *Tesar* donne une méthode inspirée de la statique graphique, et qui permet de représenter les efforts intérieurs dans l'équilibre, en élasticité plane, par deux figures formées de systèmes de courbes orthogonales.

Astronomie. La masse des étoiles décroît et se transforme en rayonnement lumineux; peut-on expliquer par cette voie la relation constatée entre la période et l'excentricité des étoiles doubles? C'est ce que recherche M. *Henri Mineur;* mais la loi de Newton ne fournit aucune explication; quant à la loi d'Einstein, elle fournit des résultats qualitativement exacts, mais quantitativement inexacts, à moins d'admettre une variation de masse 10^3 fois plus élevée que les variations observées.

Physique mathématique. 1. Etudiant le problème de la diffusion, M. *B. Hostinsky* calcule la probabilité u_0 qu'un grain qui se trouve primitivement en A, pénètre, au bout de t secondes dans un petit volume entourant un point B; u_0 s'exprime par une série dont les termes sont donnés par la résolution d'une équation intégrale de Fredholm.

2. Comme le montre M. *T. Boggio*, une propriété des milieux continus récemment établie par T. Tonolo peut s'obtenir aisément, sans aucun calcul, grâce à des résultats classiques de géométrie différentielle.

3. On sait que l'interprétation classique des forces élastiques au sein d'un cristal cubique ou d'un milieu isotrope conduit à l'égalité des deux coefficients de Lamé, λ et μ, alors que pour tous les solides usuels on a $\lambda>\mu$. Mais, comme le montre M. *Léon Brillouin*, le paradoxe s'explique aisément si l'on tient compte de l'agitation thermique du solide.

Physique théorique. M. *L. Goldstein* fait l'étude générale du processus de transfert d'énergie électronique entre atome et électron.

Optique. 1 et 2. Comme le montre M. *A. Sesmat*, on peut fonder l'optique des corps en mouvement sur l'hypothèse que le temps de transmission d'un rayonnement émis par une source lumineuse doit être évalué sur la courbe de poursuite de la source à l'objet mobile et non pas sur le rayon qui aboutit à la position finale. De ce principe, M. *V. Lalan* déduit la conservation des lois de la réflexion dans les systèmes physiques en mouvement et la démonstration du théorème de Fermat.

Calcul des probabilités. 1. Soient x^n une suite de variables éventuelles indépendantes, et μ_n . m^n les valeurs probables de x_n et $(x_n-\mu_n)^2$; M. *Paul Lévy* énonce diffé-

rents théorèmes qui se rapportent généralement au caractère de la série Σm_n^2 .

2. M. *V. Romanovsky* généralyse un théorème de M. E. Sluts y sur la construction de séries de quantités aléatoires obéissant à une loi sinusoïdale limite.

René Garnier.

Physique

Pectographie des solutions colloïdales. — 1. Un certain nombre d'auteurs spécialisés dans l'étude des colloïdes ont remarqué que l'évaporation de certaines solutions colloïdales laisse souvent sur le vase qui les contient, non pas un dépôt homogène et amorphe, comme le font les solutions de gomme arabique ou d'albumine, mais des figures assez régulières présentant des caractères géométriques parfois curieux.

La question a été reprise récemment dans son ensemble par M. P. Bary (*Journal de Chimie Physique* et *Revue Générale des Colloïdes*, 25 janvier 1931). Après avoir essayé des dispositifs assez variés pour obtenir des dépôts de dessiccation progressive des solutions colloïdales étendues, l'auteur a été amené à abandonner la dessiccation en capsule de porcelaine ou sur des verres de montre qui ne se prête pas ou qui ne se prête que très difficilement à l'examen au microscope des dépôts obtenus. La solution à évaporer est placée dans un petit vase de verre A de forme cylindrique ayant un diamètre intérieur d'environ 20 mm. et 7 cm. de hauteur, dans lequel on met une lame de verre, analogue à celles employées pour les préparations de microscope d'environ 13 mm. de largeur sur 75 cm. Cette lamelle *L* prend naturellement dans le vase une position légèrement inclinée sur la verticale.

On remplit alors le vase jusqu'à 1 cm. environ du haut avec la solution à étudier et on le place, pour l'évaporation, dans une étuve avec une faible circulation d'air.

Lorsque l'évaporation est terminée, la face supérieure de la lamelle est recouverte d'un dépôt de matière colloïdale susceptible d'être examiné au microscope et photographié, auquel M. P. Bary a donné le nom de pectographie.

2. Les pectographies obtenues avec les diverses solutions colloïdales sont très variées et peuvent se ramener à trois types principaux : *a*, les dépôts cristallisés; *b*, les dépôts continus dans lesquels on n'observe aucune structure; *c*, les dépôts amorphes, formés de points ou de petits filaments.

Les dépôts cristallisés sont obtenus par évaporation des solutions salines; dans bien des cas, l'addition, à la solution, d'une faible quantité de colloïde hydrophile, par exemple de gomme arabique, empêche la cristallisation de se produire.

Lorsqu'au contraire, on opère sur une solution d'un colloïde hydrophile, comme la gomme arabique, la gélatine, les mucilages, on obtient une plage uniforme formée d'une gelée plus ou moins gonflée qui, au séchage complet, se craquèle en tous sens, par suite du retrait que produit la dessiccation.

Dans le cas général, les solutions colloïdales fournissent des pectographies plus compliquées dans lesquelles on distingue de véritables strates et l'analyse de ces dépôts permet d'obtenir des renseignements importants sur la structure des solutions colloïdales étudiées. Ainsi l'examen des pectographies fournies par les oxydes et les sulfures colloïdaux montre nettement que la substance déposée est hétérogène. La pectographie comprend une gelée desséchée ou une matière vitreuse, dans laquelle se trouvent des bandes horizontales plus ou moins grosses et plus ou moins écartées les unes des autres suivant le corps considéré et la concentration de la solution. Ces bandes sont formées d'éléments distincts que l'examen au microscope permet de reconnaître nettement.

Toutes ces solutions appartiendraient, d'après M. Bary, à un type intermédiaire entre les solutions colloïdales vraies et les suspensions. On peut, écrit-il, les appeler des suspensions *auto-protégées*, puisque la sédimentation de la matière lyophobe est arrêtée ou fortement ralentie par la matière lyophile, de nature chimique très voisine, qui agit comme protecteur de la suspension, ainsi que le ferait tout autre colloïde lyophile.

Les solutions étendues de matières colorantes (qui, à l'état solide, sont généralement cristallisées) fournissent des pectographies qui appartiennent aux trois types précédemment signalés. M. P. Bary montre que leur étude attentive fournit d'intéressants renseignements sur la structure des matières colorantes et peut être utilisée pour les caractériser.

3. Comme l'auteur le fait remarquer en terminant : « La pectographie fournit le moyen pratique de déterminer, dans la plupart des cas, la nature d'une solution ou d'un liquide complexe au point de vue qualitatif. C'est une méthode d'analyse physique, dont l'emploi peut rendre des services analogues à ceux de la métallographie, utilisée dans l'étude des métaux et de leurs alliages ».

A. Bc.

Cristallographie

Les propriétés des monocristaux métalliques. — Au cours d'une conférence sur la cristallisation des métaux, faite devant la Royal Institution, en mai 1930, Carpenter (1) a exposé tout d'abord les techniques nouvelles qui permettent à présent d'obtenir divers métaux sous forme de monocristaux. Puis, il a rapporté un certain nombre d'observations, montrant dans quelle mesure les propriétés physiques des monocristaux peuvent se différencier de celles des échantillons consistant en agrégats de petits cristaux orientés au hasard.

La densité fournit un premier exemple de cette distinction. Ainsi, dans le cas du fer et dans celui de l'aluminium, on trouve, pour le monocristal, une densité nettement plus élevée que pour le métal polycristallin.

En ce qui concerne la conductivité électrique, on observe qu'elle varie, dans le monocristal, avec l'orientation intéressée. Il n'y a isotropie que dans le seul cas d'une symétrie cubique. La conductivité calorifique offre les mêmes particularités.

Les monocristaux de fer jouissent des propriétés magnétiques les plus curieuses. Sous cette forme, le métal magnétiquement anisotrope, ne manifeste plus qu'une hystérèse très réduite, alors que dans les échantillons polycristallins, l'hystérèse est une fonction rapidement croissante du nombre de cristaux présents par unité de volume.

Les monocristaux de nickel présentent une anisotropie magnétique, perceptible seulement à partir d'une certaine intensité d'aimentation.

Selon la remarque de Carpenter, l'étude future des métaux aura à tenir compte à la fois des états mono et polycristallins, l'étude du monocristal devant d'ailleurs, du point de vue purement logique, précéder l'autre. S. V.

Statistique

Dépôts de mercure dans l'Asie Centrale. — Des gisements auraient été découverts dans le Fergana Sud sur une distance de 200 km. Ces gisements semblent avoir été exploités autrefois par les Chinois. Le plus riche est

(1) *Chemical News*, 22 août 1930.

situé à 75 km. de la ville de Fergana, à fleur de sol avec une teneur de 1 o/o. Ces dépôts renfermeraient 10.000 tonnes de mercure. D'autres gisements auraient été découverts en Turkiménie, près de la frontière perse. (*L'Industrie chimique*, janvier 1931, p. 68).

L. R.

Gisements de graphite en Sibérie. — Des gisements de graphite auraient été découverts sur les rives de l'Amour. On estime à 57 millions de tonnes, leur réserve en graphite qui est de qualité supérieure. On pense que la région qui comprend d'autres gisements renferme 500 millions de tonnes de graphite dont l'exploitation serait facile. (*L'industrie chimique*, janvier 1931, p. 68).

L. R.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

Etudes expérimentales sur le remorquage des chalands. — L'étude de la résistance opposée par l'eau à la marche d'un train de péniches ou de chalands remorqués n'avait pas fait jusqu'ici l'objet de recherches présentant un intérêt général suffisamment marqué. On se contente encore, du point de vue pratique, d'indication de principe fort sommaires et tout ce qui concerne soit la forme des chalands, soit la disposition des trains de remorque, est abandonné, ou à peu près, à la routine.

Le remorquage pose cependant des difficultés théoriques qui ne sont nullement négligeables et, d'autre part, si l'on songe au trafic intense qui s'effectue sur les rivières et les canaux, il est surprenant que les industriels intéressés ne se soient pas souciés davantage du côté technique de la question.

Or, un premier pas a été accompli, l'année dernière, dans le sens d'une mise au point expérimentale : à la demande de plusieurs entreprises se livrant au remorquage sur la Tamise, un certain nombre d'expériences ont été effectuées sur des modèles, au Bassin national. La relation de ces travaux, ainsi que les conclusions qui s'en dégagent, ont fait l'objet d'un Mémoire, de M. Baker et de Miss Keary, présenté en avril 1930 à l'*Institution of Naval Architects*. Ce mémoire a été résumé dans une note du *Bulletin technique du Bureau Veritas*, d'octobre 1930.

L'objectif, un peu limité sans doute, de ces recherches consistait à établir dans quelles conditions, par l'emploi de quels dispositifs et au besoin moyennant quelles modifications dans les dimensions et la forme, pouvait être diminuée, d'une façon suffisamment appréciable, la résistance à la marche d'un train de chalands, tel qu'il est le plus ordinairement composé et disposé dans la pratique courante.

Les auteurs sont donc partis des données de fait correspondant aux usages et aux règlements de la batellerie sur la Tamise. Le train normal se compose le plus généralement de six chalands. Chacun de ces chalands mesure 25 m. 90 de longueur, pour une largeur qui varie de 6 m. 60 à la hauteur du pont, à 5 m. 18 au fond. Les parois sont rectilignes de section et le fond plat. Le déplacement en charge est de 270 tonnes, pour un tirant d'eau de 2 m. 44. En général, ces chalands n'ont pas de gouvernail, mais sont munis d'un plan de dérive à l'arrière. Le train est composé de la façon suivante : les six chalands sont placés sur deux colonnes; reliés côte à côte deux à deux par des filins, chaque groupe étant le plus rapproché qu'il est possible du groupe suivant. Les deux premiers chalands touchent presque l'arrière du remorqueur. Des planches sont d'ailleurs posées entre les différents bateaux, de façon à permettre la circulation depuis le remorqueur jusqu'à l'arrière des deux derniers chalands. Le type de remorqueur employé habituellement a sensiblement les mêmes dimensions que chacun des chalands. Les vitesses usitées varient de 3 à 3 nœuds 6.

C'est donc un train correspondant aux données qui précèdent que l'on a réalisé pour les recherches, au bassin avec des modèles établis à l'échelle du 1/12e. La première série d'expériences a porté exclusivement sur les conséquences d'une modification des formes. Les deux trains expérimentés étaient identiques en ce qui concerne la disposition générale, les dimensions et la capacité de chacun des chalands. Toutefois, alors que ceux du premier train étaient rigoureusement semblables de lignes aux chalands de construction courante, on avait modifié légèrement les formes des modèles du second train. Tout en conservant le tracé simple des premiers, parois droites et fond plat, les carènes avaient reçu un certain affinement, plus conforme aux données de la théorie du navire. Il est certain qu'une telle modification, si elle était adaptée dans la pratique, n'entraînerait aucune difficulté sérieuse pour la construction.

Or, si minime qu'apparaisse la modification ainsi expérimentée, les essais n'en ont pas moins fait ressortir une diminution de la résistance à la marche, qui représente, par rapport à la résistance enregistrée pour les modèles du type courant, un gain de 28 à 38 o/o. Ce résultat, auquel d'ailleurs, il était assez naturel de s'attendre, est bien fait pour retenir l'attention des entreprises de batelage.

En outre, et toujours en considérant les modèles du type modifié, les auteurs se sont rendu compte qu'un gain supplémentaire de résistance d'environ 7 o/o serait obtenu en combinant d'une façon plus rationnelle la disposition du train, en substituant à la formation habituelle des chalands deux à deux une formation comportant un premier chaland seul derrière le remorqueur, puis deux groupes successifs de deux chalands côte à côte, le train se terminant par un chaland seul. Toutefois, la longueur du convoi se trouve accrue de ce fait d'environ 26 mètres, ce qui contreviendrait aux règlements en vigueur actuellement.

Dans une seconde série d'essais, on s'est proposé de faire intervenir, non plus seulement la forme, mais encore les dimensions ainsi que les proportions de celles-ci. Au chaland normal de 25 m. 90, on a substitué un modèle de 35 m. 96, la largeur et le tirant d'eau demeurant les mêmes. Le déplacement de ce nouveau chaland allongé est naturellement plus considérable : il est tel que la capacité de deux chalands de ce type égale sensiblement celle de trois du type normal. Le nouveau ne comporte donc plus que quatre chalands au lieu de six, disposés d'ailleurs pareillement deux à deux et bord à bord.

Il est résulté des essais effectués sur les modèles des séries comparées, que la puissance à développer pour la remorque des quatre chalands ne représentait en moyenne que 40 à 50 o/o de celle qui est développée pour la traction des six chalands, correspondant par ailleurs au même résultat utile. On remarquera que la longueur d'encombrement des deux trains est à peu près équivalente. Cette proportion des rendements a été trouvée sensiblement la même aux différentes vitesses de l'expérience, c'est-à-dire

entre 2 nœuds 7 et 3 nœuds 62; l'avantage tend à s'accuser d'ailleurs encore légèrement, du fait que l'hélice donne un meilleur rendement à cette charge réduite.

Les résultats de ces premiers travaux sont donc par eux-mêmes fort concluants. Restait à savoir, toutefois, dans quelle mesure ils devaient être considérés comme probants à l'égard de chalands en vraie grandeur, étant donné que la résistance est due, en l'espèce, pour la plus grande partie, à des tourbillons. Pour élucider la question, il a été procédé à un essai de remorquage sur rivière de quatre chalands, comparativement à un essai parallèle sur modèles. Les résultats ont présenté une concordance très remarquable, montrant que les chiffres relevés dans l'essai sur modèles pouvaient être reportés à la vraie grandeur, presque sans correction spéciale.

LOUIS BASSO.

Optique appliquée

Les Radiophares (1). — M. André Blondel, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées, Membre de l'Académie des Sciences, a écrit pour les *Annales des Ponts et Chaussées* une étude générale sur les radiophares.

Cette étude, qui occupe la presque totalité du numéro de novembre-décembre, résume les recherches et études que ce savant ingénieur poursuivit et dirigea de 1890 à 1930 au Service Central des Phares.

Les radiophares ont pour but de permettre aux navigateurs de faire le point à l'aide des ondes hertziennes comme on fait le point à l'aide des ondes lumineuses. Les relèvements des ondes hertziennes se font à l'aide d'un récepteur de télégraphie sans fil à cadre permettant de déterminer la direction d'arrivée des ondes. L'ensemble récepteur a reçu le nom de radiogoniomètre ou radiocompas.

Le principe du radiogoniomètre à cadre a été décrit pour la première fois dans le Brevet anglais délivré à M. A. Blondel en 1902; la priorité de cette invention lui a été d'ailleurs reconnue publiquement par le Général Ferrié ainsi que par M. Deslandres dans le discours prononcé à la séance publique des cinq Académies en 1923; nous avons été nous-même l'un des premiers à prêter notre concours à M. Blondel dans une série d'essais exécutés sur un baliseur aux environs de Brest : les récepteurs étant alors peu sensibles, il fallait des cadres de grandes dimensions s'étendant d'un mât à l'autre du navire.

L'apparition des amplificateurs à lampes a permis d'accroître beaucoup la sensibilité des récepteurs et d'utiliser comme collecteurs d'ondes de petits cadres de 50 cm. à 2 m. de côté, facilement manœuvrables à la main.

Ces cadres peuvent être placés sur le navire ce qui permet au capitaine, en relevant la direction d'un ou de deux radiophares, de faire le point. On peut aussi utiliser les radiogoniomètres dans des postes fixes qui relèvent les directions du navire (ou de l'aéronef) et qui communiquent, après un calcul, le point obtenu aux navigateurs intéressés.

Il est plus facile à des postes fixes de faire des relèvements précis, mais cette méthode peut causer des confusions lorsque plusieurs navigateurs demandent leur point en même temps.

Pendant la guerre, de fausses indications ont pu ainsi être envoyées aux dirigeables allemands et les détourner de Paris vers la vallée du Rhône où ils furent capturés.

Les radiophares sont des postes spécialement imaginés pour envoyer des signaux caractéristiques à la disposition de tous les navigateurs ayant des radiogoniomètres, le capitaine fait le point et conserve la responsabilité de la conduite du navire.

On peut imaginer un grand nombre de types de radiophares et notamment, utiliser des radiophares tournants; mais le Service des Phares Français a préféré porter son effort sur la réalisation des installations fixes offrant le plus de sécurité et pouvant être utilisées le plus simplement possible sur les navires. L'expérience des dernières années a montré l'utilité pratique de ce système.

Les premiers relèvements de radiogoniométrie ont été exécutés à La Rochelle à bord du baliseur *Léonce Reynaud* en 1907-1908 avec le concours de M. le Général Ferrié alors capitaine.

La portée ne dépassait guère 6 à 700 mètres. Nous avons, un peu plus tard, après la mise en service en 1912 des trois premiers radiophares du monde, à Ouessant, à Sein et au bateau-feu du Havre, que nous avons montés, obtenu des portées beaucoup plus grandes; mais il fallait de nouveaux progrès dans la sensibilité des postes récepteurs pour diminuer l'encombrement des cadres récepteurs et rendre le procédé aussi pratique qu'il est aujourd'hui.

Dès la fin de 1918, nous avions d'ailleurs, avec M. Armagnat, expérimenté des cadres de dimensions très réduites installés à bord d'un avion Caudron à Villacoublay et montré notamment l'existence d'erreurs quadrantales aussi faciles à corriger que celles des boussoles ou compas ordinaires de navigation. De nombreux expérimentateurs, le Capitaine Brenot, M. Polak, le lieutenant de vaisseau Mesny, etc..., ont également effectué des essais et des études à ce sujet; M. Mesny ayant ajouté un condensateur à trois armatures permettant d'annuler le son dans un angle étroit et précisé les conditions d'établissement de la courbe de correction quadrantale.

Les radiophares établis en 1912 ont été décrits par M. Girardot dans le *Génie Civil* du 25 janvier 1913. Ces radiophares fonctionnaient sur des longueurs d'onde de l'ordre de 125 m. L'installation était très robuste et a duré aussi longtemps que cette longueur d'onde, fixée par la Commission Internationale de Londres, a été maintenue. Cette longueur était trop courte et a finalement été portée à 1.000 m. ce qui permet d'éviter l'influence néfaste des courants induits dans les coques et les parties métalliques de la mâture. Ce programme général nautique et administratif des radiophares, établi provisoirement en 1912, l'a été définitivement, sur des bases nouvelles par la Commission des Phares sur la proposition de M. l'Inspecteur général Babin assisté de M. de Rouville, actuellement Directeur, et de M. Dargenton, ingénieur en chef, M. Blondel continuant toujours à diriger les recherches et les études avec le concours de M. l'ingénieur des Ponts et Chaussées Besson, l'exécution et la mise en place des postes étant assurées par M. Baujoin, ingénieur mécanicien avec l'aide du personnel du Service des Phares, M. Baujoin et accessoirement M. Pachkowsky, ingénieur électricien ayant collaboré antérieurement dans la réalisation des types de radiophares de brume et de grand atterrissage à commandes automatiques par horloge.

Nous ne pouvons suivre M. Blondel dans l'exposé de ces importantes questions. Dans une seconde partie, il examine et discute les conditions techniques d'établissement des radiophares : dispositif de production des oscillations; choix des lampes triodes; procédés de modulation; rendement; antennes et contrepoids; principe des commandes automatiques avec leur circuit de sécurité, la mise en marche et l'arrêt; l'allumage et l'extinction des lampes en 2 temps, la manipulation à armatures ou à horloges, le régulateur automatique de tension des

(1) *Annalesi des P. C.*, 1930, VI.

dynamos de chauffage; enfin, les radiophares des bateaux-feu.

La troisième partie de l'étude comprend les monographies des trois radiophares de grand atterrissage : Ouessant, La Coubre et Planier; des radiophares de brume et d'entrée de port à ondes amorties (Ile de Sein) ou à ondes entretenues modulées (Gris-Nez, Le Havre, Ile d'Yeu, Cherbourg, Barfleur, Boulogne, Cap Ferret, Sandettié, Ver, Porquerolles). Des appendices concernent : la puissance et le rendement des postes émetteurs, les mesures du rendement des radiophares, la comparaison des divers procédés de modulation, les caractéristiques des radiophares français et les caractéristiques des lampes qu'ils utilisent.

Au premier juillet dernier, tous les radiophares précités étaient en service et fonctionnaient normalement.

Les postes du bateau-feu Dick, de l'Ailly, des Roches Douvres, de Croix, de Belle-Ile et de Sète sont en cours de construction et entreront sans doute en service cette année. Les postes à construire ensuite en première urgence sont ceux d'Ekmühl, du Cap Bear et de la Garoupe qui seront bientôt réalisés.

Souhaitons vivement que l'ensemble du programme puisse être achevé dans un ou deux ans de façon que la France qui a possédé les premeirs phares hertziens et porté les radiophares à un haut point de perfectionnement ne se laisse pas distancer par les autres Nations. D'ores et déjà, le réseau qui existe et qui rend les plus grands services à la navigation fait le plus grand honneur au Service des Phares Français, particulièrement à M. André Blondel.

EDMOND MARCOTTE.

Industrie

Le tannage des peaux de reptiles. — M. D. Woodroffe qui a récemment traité cette question attire tout d'abord l'attention sur le soin à apporter au choix de la matière première, tâche délicate en raison de la diversité des provenances de peaux de reptiles et du peu de soin apporté, en général, à leur conservation, en particulier quand il est fait usage du séchage.

Si le reverdissage est fait en milieu acide, l'auteur conseille un bain composé d'environ 3 parties d'acide chlorhydrique pour 1.000 parties d'eau, mais il faut avoir bien soin d'éliminer tout l'acide avant le passage des peaux au chaulage.

En milieu alcalin, le reverdissage peut être fait dans une liqueur composée de 2 parties de sulfure de sodium fondu ou de soude caustique pour 1.000 parties d'eau. Après un séjour de 24 heures les peaux sont examinées, afin qu'on se rende compte si elles sont suffisamment gonflées. On les foulonne ensuite pendant 30 minutes dans un peu d'eau froide, puis on les remet dans la liqueur de trempe pendant une nouvelle période de 16 à 24 heures pour permettre une bonne pénétration des matières tannantes.

L'auteur estime qu'à cet égard un produit chimique tel que le Merpin W, qui prévient la putréfaction des bains de trempe et en accélère l'action convient parfaitement pour le reverdissage des peaux de reptiles de nature cornée. On l'emploie dans la proportion de 0,5 à 1 o/o du poids des poids et avec 400 o/o d'eau. Après une nuit de séjour dans cette liqueur et une façon sur chevalet, les peaux sont reverdies parfaitement. On remonte le bain de trempe pour le lot suivant avec du Merpin neuf et ajoute l'eau nécessaire.

Pour le chaulage, Woodroffe recommande, notamment. un pelain renforcé composé de 6 à 8 o/o de chaux, 3/4 à 1/2 o/o de sulfure de sodium fondu et 10 o/o de sel, 400 o/o d'eau, le tout calculé sur le poids reverdi des peaux. On met ces dernières en retraite deux fois par jour et on brasse le pelain. Le troisième jour généralement, les écailles se détachent et peuvent être enlevées sur le chevalet. On écharne ensuite, puis on laisse les peaux une nuit dans l'eau douce.

Le déchaulage peut être fait avec l'acide borique, 2 o/o sur le poids écharné, ou avec une solution faible d'acide chlorhydrique. Il est suivi d'un confit à l'Oropon ou au Pancréol dont on prend 3 à 5 o/o du poids en tripe, suivant la nature des peaux.

Si le tannage est autre qu'au soufre, à l'alun ou à la formaldéhyde, il est bon de donner aux peaux le picklage ordinaire à l'acide sulfurique, qui blanchit les peaux, ouvre les pores et facilite la pénétration du tanin, plus lente autrement en raison de la disposition horizontale des fibres des peaux de reptiles et de leur texture serrée.

Si l'on tanne les peaux en blanc, on peut, au sortir du confit artificiel, les traiter pendant 30 minutes, en coudreuses, dans un confit de son à 10 o/o de leur poids, en tripe, les laver ensuite et les mégir dans un mélange composé de 9 o/o d'alun, 4,5 o/o de sel, 13 o/o de farine et 2 o/o de talc que l'on dilue en pâte fluide avec de l'eau. Les peaux y sont remuées deux ou trois fois par jour, placées sur le chevalet pendant une nuit, puis mises dans un mélange de 4 o/o jaune d'œuf, 5 o/o farine et 15 o/o d'huile d'olive dans 20 o/o d'eau. Les peaux sont bien malaxées dans ce mélange, puis remises dans le bain d'alun et, finalement la nourriture est mélangée avec le bain d'alun en présence des peaux. On y remue fréquemment les peaux, puis, au bout de 24 heures, on les sort et les suspend pour le séchage. Tandis qu'elles sont encore en humeur on les palissonne, les sèche à fond lentement et les palissonne de nouveau.

Le tannage végétal doit être fait de préférence avec un tanin non astringent et donnant une couleur claire, en commençant par des jus faibles, toujours en raison de la nature des peaux.

On peut faire usage d'un mélange de tanins synthétiques et d'extraits de blanchiment. Dans ce cas, on pickle au préalable les peaux, les dépickle avec 5 o/o de leur poids en hyposulfite avec de l'eau en abondance, puis les blanchit pendant 30 minutes avec 2 à 3 o/o de bisulfite de sodium liquide, les lave et les tanne ensuite.

Si l'on tanne les peaux au chrome, on pourra employer l'une des formules habituelles du procédé à un bain, celui à deux bains ne convenant pas pour les peaux de reptiles. Après tannage on pourra les blanchir avec un tanin synthétique tel que le Tamol NNO dont on prend 4 o/o environ.

Après tannage, les peaux sont nourries avec 1/2 o/o d'huile sulfonée, en évitant d'en prendre une trop grande quantité qui leur donnerait un aspect graisseux. Avant complet séchage, elles sont palissonnées, puis séchées à fond et palissonnées une fois encore. (*Les Produits coloniaux et le Matériel colonial*, n° 82 du 16 mars 1931).

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 mai 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Leroy.* — **Sur le système d'équations aux dérivées partielles qui régit l'écoulement permanent des fluides visqueux.**

— *Mlle Bary* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la représentation des fonctions continues, au moyen de fonctions à variation bornée.**

— *R. Gosse* (prés. par M. Goursat). — **De la recherche d'une catégorie d'équations de la première classe.**

— *S. Kempisty* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur l'intégrale (A.) de M. Denjoy.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Ranch* (prés. par M. Emile Borel). — **Généralisation des théorèmes de M. Valiron sur les fonctions mésomorphes d'ordre positif.**

— *J. Brille* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une propriété des fonctions présentant un certain caractère complexe de résolubilité.**

CINÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *F. E. Myard* (prés. par M. Maurice d'Ocagne). — **Sur les chaînes fermées à quatre couples rotoïdes non concourants, déformable au premier degré de liberté. Isogramme torique.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *S. Finikoff.* — **Congruences dont les deux nappes de la surface focale sont projectivement applicables l'une sur l'autre par les points focaux correspondants.**

— *M. Vasseur* (prés. par M. Goursat). — **Sur une interprétation géométrique de la transformation de Moutard.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *H. Poncin.* — **Sur les cavitations de forme permanente.**

AÉRODYNAMIQUE. — *A. Lafay* (prés. par M. C. Fabry). — **Sur les déviations de la poussée du vent sur un cylindre produites par de très petits ressauts superficiels.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Z. Horak* (prés. par M. Brillouin). — **Sur la ligne d'univers d'un point matériel en mécanique classique.**

ASTRONOMIE. — *Mme C. Flammarion* (prés. par M. E. Esclangon). — **Photographies de la planète Mercure.**

L'auteur a employé des plaques Opta antihalo et des poses variant de 1 à 4 secondes. Quatre plaques ont été exposées à 18 h. 57 m., à 18 h. 59 m. entre 19 h. 5 m. et 19 h. 10, entre 19 h. 10 et 19 h. 22. Chacune contenait plusieurs poses, représentant en tout dix images de la planète. Les poses de 1 à 2 secondes ont été nettement insuffisantes; celles de 3 et surtout 4 secondes, bonnes. Pour la première fois, on a pu arriver à photographier quelque chose de la surface de la planète : une figure montre les taches ainsi photographiées sur Mercure.

PYROMÉTRIE. — *G. Ribaud* (prés. par M. A. Cotton). — **Répartition des températures dans une section droite d'un filament plat incandescent.**

T*m* étant la température uniforme en un point éloigné du bord et To la température au bord du filament, l'expérience a fourni les ordres de grandeur calculés par l'auteur; toutefois les nombres mesurés, légèrement variables d'un filament à l'autre, sont systématiquement un peu plus élevés que ceux calculés. Le fait tient à ce que le filament comporte toujours des irrégularités et bavures sur les arêtes. Les mêmes conclusions subsistent si le filament est placé dans un gaz, la section droite étant disposée horizontalement.

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. — *A. Cotton.* — **Comparaison des rotations magnétiques du quartz cristallisé et du quartz fondu.**

Une lame de quartz fondu a donné pour la raie jaune du mercure une double rotation $2\omega_1$ égale à 2°11. Dans le même champ le quartz cristallisé donne $2\omega_1 = 2°75$. Prenant alors pour les densités d_1-d_2 du quartz fondu et du quartz cristallisé les valeurs 2.206 et 2.646 et qu'on calcule les quotients correspondants, on obtient 1.25 pour le quartz fondu et 1.21 pour le quartz cristallisé. Le quartz cristallisé a une rotation spécifique moindre que le quartz fondu.

POLARISATION ROTATOIRE. — *C. Salceanu* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la polarisation rotatoire naturelle et magnétique de quelques composés organiques étudiés à l'état liquide.**

L'étude a porté sur le menthol gauche, le camphre droit et la carvone droite. Les valeurs trouvées sont indiquées dans des tableaux.

ONDES HERTZIENNES. — *R. Jouaust* et *N. Stoyko* (prés. par M. G. Ferrié). — **La propagation des ondes radioélectriques courtes.**

A la fin de l'année 1930 et au début de 1931 les transmissions radiotélégraphiques de la matinée effectuées sur ondes de 18 m. 50 entre l'Indochine et la France ont été particulièrement troublées : chaque signal émis donnait naissance au poste récepteur à plusieurs signaux identiques se succédant à intervalles très courts. Les auteurs en ont recherché les causes, et, des deux hypothèses qu'ils examinent, ils retiennent particulièrement la seconde : les ondes éprouveraient un certain nombre de réflexions entre le sol et la couche ionisée.

ÉLECTRICITÉ. — *P. David* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur un générateur à lampe de fréquence très stable.**

Le nouveau générateur proposé par l'auteur, a comme caractéristique d'employer, au lieu de la lampe triode utilisée dans d'autres appareils, une lampe bigrille (du type à grille de charge d'espace) : dans le circuit-plaque de la lampe bigrille on intercale, comme à l'ordinaire, le circuit oscillant L, C; une bobine de réaction, couplée avec L, fournit une tension en opposition avec celle de la plaque; cette tension est appliquée simultanément aux deux grilles par l'intermédiaire de deux ensembles de polarisation, constitués chacun d'une capacité, shuntée par une résistance élevée.

— *F. Esclangon* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la théorie de la décharge sans électrodes.**

MAGNÉTISME. — *Mlle P. Collet* et *G. Foëx* (prés. par M. P. Weiss). — **Influence du champ sur les états magnétiques du platine.**

Dans ce travail, les auteurs recherchent si le champ magnétique ne figurerait pas parmi les influences, encore inconnues, qui font apparaître tel ou tel des états magnétiques multiples du platine.

OPTIQUE. — *P. Lainé* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur les erreurs entraînées par l'inexactitude des lames demi-onde dans l'analyse des vibrations faiblement elliptique. et sur l'étalonnage des lames demi-onde et quart d'ondes**

Les considérations, émises par l'auteur, sur l'inexactitude des lames demi-onde et quart d'onde le conduisent à montrer que si l'on possède un quart d'onde étalonné avec une précision suffisante, par exemple par la méthode des spectres cannelés, proposée par Chaumont, on peut, en mesurant par la méthode de Chauvin les différences de phase qu'elles produisent, étalonner d'autres lames quart d'onde et des lames demi-onde avec une précision dix fois plus grande environ que celle que permettrait la méthode de Chaumont.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *S. Takvorian* (prés. par M. G. Urbain). — **Recherche de l'élément 61 au moyen des rayons X.**

L'auteur est parti d'un mélange de terres cériques extraites des sables monazités des Indes, qu'il a enrichies en éléments 61 par la méthode de cristallisation fractionnée

des nitrates doubles magnésiens. Les résultats obtenus l'ont conduit à conclure que les fractions qui étaient celles où l'élément 61 devrait se concentrer et qui ne représentaient que 1/200 de poids des oxydes initiaux ne pourraient contenir qu'une quantité d'élément 61 inférieure à 1/10000.

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *M. Schérer* (prés. par M. A. Cotton). — **Biréfringence magnétique des carbures d'hydrogène liquides.**

Les mesures effectuées montrent bien le passage d'une biréfringence négative à une biréfringence positive par l'introduction de liaisons non saturées, ceci confirme les conclusions des mesures de Ramanadham faites en lumière blanche sur certains composés organiques.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *A. Sanfourche* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **L'électrotitrimétrie de l'acide phosphorique.**

RADIOACTIVITÉ. — *Mlles C. Chamié* et *A. Korvezee* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la centrifugation des solutions de polonium en présence d'électrolytes divers.**

Les auteurs ont recherché l'influence, dans la centrifugation des radioéléments, des électrolytes sur la précipitation. Cette influence est-elle favorable ou non. Les expériences ont été faites avec les nitrates de sodium, calcium, lanthane, plomb, argent. Des courbes représentent la décroissance de l'activité restant dans le liquide en fonction de la durée de centrifugation pour une quantité de polonium de 1.5 U.E.S. Elles montrent que les électrolytes favorisent la précipitation.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Colin* et *Mlle A. Chaudun* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **L'hydrolyse du sucre par les acides forts en présence de leurs sels.**

La réaction d'hydrolyse permet dans certaines conditions, de mettre en évidence le recul de la dissociation d'un acide fort par une addition d'un de ses sels. L'augmentation de la vitesse d'inversion sous l'influence de doses plus élevées du sel semble devoir être interprétée en faisant intervenir les ions électro-négatifs.

— *Barbière* et *Desmaroux* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le pouvoir dissolvant des alcools pour les nitrocelluloses.**

Les expériences ont permis de ranger les alcools dans un ordre où le pouvoir dissolvant décroît d'un terme au suivant; cet ordre est indépendant de la nitrocellulose choisie. L'auteur est amené à conclure que le pouvoir dissolvant augmenterait en même temps que le caractère positif du radical lié à la fonction active de la molécule du dissolvant .

— *F. Bourion* et *Mlle O. Hun* (prés. par M. G. Urbain). — **Détermination ébullioscopique des équilibres moléculaires de la pyrocatéchine dans les solutions de chlorure de lithium.**

Ces recherches ont eu pour but de compléter celles faites antérieurement par MM. Bourion, Tuttle et Mlle Hun par les méthodes cryoscopiques ou ébullioscopiques et celles de M. Rouyer sur les équilibres moléculaires des polyphénols dans l'eau.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Damiens* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur une nouvelle porcelaine non siliceuse à base de fluorine pure.**

Cette porcelaine a comme composition :

Fluorure de calcium artificiel	25
Fluorure naturel au tamis 120	75

La pâte nécessite une préparation spéciale. Elle se travaille bien et peut être utilisée pour certains appareils de laboratoire. Elle se cuit à 1250°; son point de fusion est à 1360°. Ses caractères extérieurs sont ceux de la porcelaine.

— *G. Arrivaut* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Action du chlorure d'arsenic sur le nickel.**

La préparation se fait essentiellement en chauffant dans un ballon, pendant plusieurs jours 30 gr. de nickel avec environ 500 gr. d'une solution à 7 p. 100 de HCl saturée à chaud d'anhydride arsénieux, autant que possible à l'abri de l'air et en agitant de temps en temps pour renouveler les contacts. On obtient un arséniure de nickel répondant à la formule Ni^3As^2.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Bougault* et *G. Schuster* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur un nouveau triglycéride, obtenu à partir du beurre de cacao; une palmitostéaroazélaïne.**

Les auteurs se sont proposés de fixer la constitution du diglycéride neutre, P. f. 34°, décrit antérieurement (*C. R.*, 192, 1931, p. 953), afin d'arriver à la constitution de la palmitostéaroazélaïne et par voie de conséquence à celle de la palmitostéarooléine existant dans le beurre de cacao, Les résultats montrent que le diglycéride en question est une α-palmite-α-stéarine. Par suite de la palmitostéaroazélaïne (P. f. 59°) l'acide azélaïque est en β, et comme conséquence, l'acide oléique du triglycéride palmitostéarooléine, occupe également la place β, c'est-à-dire éthérifie la fonction alcool secondaire de la glycérine.

— *Tseou-Héou-Féo* (prés. par M. Delépine). — **Condensation d'une amine et de la formaldéhyde.**

La condensation avec la formaldéhyde et une amine d'une série de corps possédant un hydrogène mobile, au voisinage d'un ou plusieurs groupes carbonyles, avait donné à M. C. Mannich, une série de composés répondant à une formule générale. L'auteur étend cette réaction à quelques dérivés de la quinoléine et de la pyridine, la quinaldine et l'α-picoline, contenant sur le groupe méthyle voisin de l'azote, un atome d'hydrogène susceptible de se condenser avec les aldéhydes.

CRISTALLOGRAPHIE. — *J. Wyart* (prés. par M. Wallerant). — **Etude sur la Chabasie.**

L'auteur a cherché à suivre, avec les rayons X, les modifications que subit le réseau cristallin quand, par élévation de température, cette zéolithe se déshydrate, ou quand l'eau est remplacée en partie par une substance lourde telle que le mercure.

VOLCANOLOGIE. — *J. Thoulet.* — **Volcans sous-marins abyssaux.**

Le volcanisme abyssal est un anneau indispensable du cycle de l'eau dans la nature, où il contribue à la transformation continue de l'eau salée de la mer en eau douce, indispensable à la vie animale et végétale du globe, et de cette dernière en eau marine prête à une nouvelle évaporation.

— *H. Arsandaux.* — **Sur l'évolution morphologique du dôme de la montagne Pelée.**

L'auteur étudie la troisième phase d'activité de la montagne Pelée, dans le cycle éruptif qui débuta en août 1925. Elle comprend deux périodes principales : la première, novembre 1929-février 1930 est terminée et la seconde se poursuit actuellement, mais semble tendre à sa fin.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix.* — **Les phonolites néphéliniques et leucitiques de l'île Ua-Pou (Archipel des Marquises).**

Les nouvelles observations consignées dans cette Note montrent qu'à Ua-Pou les phonolites ne sont pas un accident minime; elles jouent un rôle très important dans la constitution de l'île. Les roches à faciès basaltique qui les accompagnent renferment toutes de la néphéline virtuelle. Ua-Pou constitue donc bien un centre éruptif distinct, alimenté par un magma un peu spécial.

PÉTROGRAPHIE. — *L. Cayeux.* — **Caractères pétrographiques des accidents magnésiens de la Craie du Bassin de Paris.**

Les craies dites magnésiennes n'existent que dans la moitié septentrionale du Bassin de Paris. Les craies de Bimont (Oise), de Beynes et de Bonnières (Seine-et-Oise), puis celles de Dizy-le-Gros (Aisne) correspondent aux gisements de beaucoup les plus connus. Tous les échantillons étudiés relèvent des *dolomies calcarifères*. Mais, il s'en faut de peu que les variétés les plus riches ne réalisent la composition des dolomies typiques.

PSYCHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Charles Richet.* — **Les réflexes d'acquisition (réflexes conditionnels de Pavloff).**

L'auteur distingue les *réflexes psychiques d'instinct* (réflexes génériques d'organisation) et les *réflexes physiques d'intelligence* (réflexes individuels d'acquisition). Le mot réflexe *d'acquisition* lui paraît plus complet et plus explicite que le terme réflexe *conditionnel*, adopté ultérieurement par Pavloff.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Charles Nicolle* et *Ugo Lumbroso.* — **Le *Bacterium granulosis* de Noguchi dans ses rapports avec l'étiologie du trachome.**

Le *Bacterium granulosis* (souches de Noguchi et d'Olitski) est dépourvu de tout pouvoir pathogène, aussi bien par voie intraveineuse que par voie conjonctivale. Par cette dernière voie, l'échantillon Olitski a déterminé une très légère et très fugace réaction folliculaire; l'échantillon Noguchi aucune réaction. Il n'y a eu, ni dans un cas ni dans l'autre, reproduction du trachome.

GÉOLOGIE. — *A. Rivière* (prés. par M. Henri Douvillé). — **Remarques sur la stratigraphie de la base de l'Eocène dans l'Elbourz central.**

La découverte des calcaires nummulitiques dans cette région y confirme la position stratigraphique des tufs verts. La présence de faciès néritiques très développés, correspondant sans doute à la fin du Crétacé et à la base de l'Eocène, leur variabilité, la transgressivité à peu près certaine en certains points du Tertiaire sur les terrains secondaires et peut-être sur le Primaire, semble indiquer qu'une première phase tectonique assez importante a eu lieu dans l'Elbourz à la limite des temps secondaires et des temps tertiaires..

— *Jean Lacoste* (prés. par M. L. Cayeux). — **Observations tectoniques sur le Rif méridional (région Moulay Bou Chta).**

Dans la tectonique du Rif méridional on doit tenir compte, d'une part, des mouvements tangentiels qui ont donné de courtes imbrications, et, d'autre part, des phénomènes intenses de diapirisme où le Trias joue un rôle important, et qui ont compliqué cette tectonique.

— *Joseph Blayac* et *Marcel Thoral* (prés. par M. Charles Jacob). — **Découverte de Trilobites géorgiens dans la Montagne Noire (Hérault).**

Ces Trilobites appartiennent à deux espèces différentes nouvelles du genre *Olenopsis*. L'espèce appartenant à un genre nouveau est désignée par les auteurs sous le nom de *Blayacina Miqueli*.

Le Grès de Marcory représente bien ici le Géorgien, comme le laissait supposer sa situation géologique et sa lithologie de nature détritique bien différente de celle de l'Acadien.

PALÉONTOLOGIE. — *F. Roman* et *J. Dareste de la Chavanne* (prés. par M. Ch. Jacob). — **Sur la présence d'un élan (*Alces latifrons* Johnson) dans le pliocène supérieur de Senèze (Haute-Loire).**

Il s'agit d'un squelette de Cervidé de grande taille, dont le crâne seul jusqu'ici a été préparé. L'absence totale d'andouiller basilaire fait rapporter sans hésitation cette pièce au genre *Alces*.

Alces latifrons n'a été signalé jusqu'à ce jour ni dans le Pliocène, ni dans le Quaternaire français.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Duparque* (transm. par M. Ch. Barrois). — **Sur la structure microscopique et l'origine des anthracites.**

Dans les conditions normales de formation, les anthracites se sont différenciés surtout à partir des dépôts riches en lignine et beaucoup plus rarement aux dépens des accumulations riches en cutine, la diagenèse des couches de houille maintenant à peu près intactes les différences initiales. Dans certains gisements, des actions secondaires particulièrement intenses (métamorphisme) sont venues détruire ces différences en provoquant l'anthracitisation des charbons de cutine (houilles bitumineuses) elles-mêmes.

— *Alfred Carpentier* (prés. par M. J. Costantin). — **Note sur quelques empreintes de graines de Méridospermées).**

Il s'agit d'empreintes de graines rencontrées dans le bassin houiller de Valenciennes appartenant aux genres *Linopteris* et *Lagenospermum*, et de celles de débris épars d'une inflorescence mâle du type *Telangium* et de frondes ressemblant, mais en plus petit, au *Schizopteris anomala* de Brongniart.

BOTANIQUE. — *Mlle G. Py* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur l'évolution des constituants cytoplasmiques de l'assise nourricière du pollen chez *Vincetoxicum officinale*.**

Parmi les points intéressants observés, il y a lieu de remarquer qu'au moment de la subérification de la membrane de la pollinie, les cellules nourricières ont le même aspect que les cellules sécrétrices exocrines animales. Celles-ci, en effet, présentent [illegible]lement une disposition polarisée de l'appareil [illegible] avec de petites vacuoles groupées au voisinage [illegible]pareil glandulaire.

— *A. Guillaumin* (prés. par M. H. Lecomte). — **Transformation de la partie inférieure de l'axe d'inflorescence en crochet chez les *Uncaria*.**

Les crochets des *Uncaria* proviennent de la transformation de la base des pédoncules florifères. C'est le cas général aussi bien pour les espèces asiatiques que pour les espèces malaises, américaines ou africaines.

ORGANOGRAPHIE VÉGÉTALE. — *Paul Becquerel* (prés. par M. J. Costantin). — **Développement de la Fougère mâle en culture pure aseptique à partir de la spore.**

La nutrition du gamétophyte et du sporophyte peut se faire aseptiquement dans un milieu liquide purement minéral, sans l'addition d'aucune substance organique, sauf celles apportées par la constitution des spores. Les spores ont germé au bout de 15 jours.

Sans qu'il y ait eu une initiale de tige, se forme une petite plantule qui, d'après l'auteur, est une phyllorhize

possédant d'une part une phylle dont la partie supérieure est la feuille avec un long pétiole et la partie basale la caule, d'autre part un rhize, c'est-à-dire une racine primitive faisant suite à la caule.

Le système vasculaire général est constitué par les systèmes particuliers des phyllorhizes s'unissant par des faisceaux intercaulaires.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Chaze* (prés. par M. Molliard). — **Preuves expérimentales de l'excrétion de la nicotine dans les parties aériennes de la plante de tabac.**

Dans la plante de tabac, une partie de l'alcaloïde est excrétée, à la face externe de la plante, et est vaporisée dans l'air ambiant, comme le sont les essences d'autres plantes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *C. Charaux* (prés. par M. L. Mangin). — **Le complexe purgatif de l'écorce de Bourdaine, soluble dans l'eau et hydrolysable par la rhamnodiastase.**

Le complexe ainsi obtenu se présente sous la forme d'une poudre jaune à saveur douceâtre, sans amertume. Par la rhamnodiastase, il se fait, dans la solution aqueuse du complexe, un abondant précipité jaune orangé, constitué par du franguloside. Il reste, à côté de ce franguloside, une petite quantité d'émodol et un autre principe enthraquinonique dont la composition répond à la formule $C^{17}H^{12}O^4$.

GÉOGRAPHIE FORESTIÈRE. — *Henri Perrin* (prés. par M. H. Lecomte). — **Indices d'aridité et types de végétation forestière.**

La répartition des formations végétales est fonction de l'indice d'aridité, les chiffres 5, 10, 20 correspondant respectivement aux déserts, aux steppes sèches, aux prairies, la forêt tendant à prédominer à partir de 30 et étant la formation climatique finale au-delà de 40.

L'auteur montre que la valeur de l'indice annuel permet surtout de voir si une région est propice ou non à la végétation forestière; l'examen des indices mensuels indique à quel type de végétation appartiennent ses forêts. Le calcul des indices mensuels est susceptible d'éviter bien des mécomptes en matière de reboisements et d'introduction d'essences exotiques, puisqu'il autorise la détermination de l'adaptation biologique la plus conforme au climat de la station envisagée et facilite la comparaison de ce climat avec celui qui règne au pays d'origine des espèces à introduire.

ZOOLOGIE. — *Charles Pérez* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Statistique d'infestation des Pagures par les *Chlorogaster*.**

L'Auteur démontre la fausseté de l'hypothèse d'une infestation multiple par des parasites indépendants. Il est évident que la contamination de l'hôte doit être unique, mais qu'elle est suivie d'un processus particulier, réalisant la multiplicité des sacs viscéraux, et dans lequel intervient le hasard.

PHYSIOLOGIE. — *Mme Lucie Randoin* et *Mlle Andrée Michaux* (prés. par M. E. Leclainche). — **Variations de la teneur du sérum sanguin en globuline et en sérine sous l'influence d'un régime alimentaire déséquilibré par absence complète de vitamine antiscorbutique.**

Chez le Cobaye adulte normal le rapport $\frac{\text{globuline}}{\text{sérine}}$ est de 0,6 en moyenne. Chez celui privé de vitamine antiscorbutique, il finit par se manifester dans une baisse nette du taux des protéines totales (de 57 gr. pour 1.000 cm³ de sérum, la moyenne, passe à 42 gr. La globuline diminue de 22 gr. à 12 gr., en moyenne. Il s'ensuit que la valeur du rapport $\frac{\text{globuline}}{\text{sérum}}$ s'abaisse à 0,4.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *J. Vellard* (prés. par M. M. Caullery). — **Venin des raies (*Tœniura*) du Rio Araguaya (Brésil).**

Le venin ne pouvant être obtenu à l'état pur, on utilise le produit de raclage des éperons frais. L'injection sous-cutanée ou intra-musculaire provoque une vive douleur. A dose élevée, la mort est rapide. L'ébullition pendant 5 minutes, les acides forts, l'alcool détruisent l'action toxique du venin; les solutions conservées, à basse température (+5o° C) perdent leur activité en quelques jours.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Emile Haas* (prés. par M. A. Desgrez). — **Etendue sur laquelle est altérée l'acuité visuelle centrale lorsqu'un objet très brillant est contigu au test à définis.**

L'étendue de l'effet perturbateur est liée à l'aire de la surface rétinienne éblouie et croît dans le même sens que cette aire. Cette étendue s'accroît, pour des aires éblouissantes égales, lorsque décroît l'éclairement du tels.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *A. Leulier* et *B. Drevon* (prés. par M. H Vincent). — **Action du sang sur le chlorhydrate de morphine.**

Le sang est capable, d'après les auteurs, d'oxyder le chlorhydrate de morphine. L'agent oxydant paraît être, dans ce cas, l'oxyhémoglobine dont l'action peut se comparer à celle du peroxyde d'hydrogène agissant en présence de sérum sanguin. Par contre, elle diffère du suc de Russule puisque, avec ce dernier, au lieu de l'oxydimorphine elle-même, on obtient le chlorhydrate de la base.

— *H. Bierry* (prés. par M. A. Desgrez). — **Spécificité et structure chimique.**

Les protides du plasma sanguin des divers animaux renferment une copule hydrocarbonée (sucre protéidique) comme constituant moléculaire; des structures glucidiques différentes peuvent d'autre part être observées avec diverses albumines. Ces faits établissent une relation évidente entre l'individualité chimique et la spécificité zoologique. Dès lors, le problème de la spéicficité apparaît plus complexe qu'on ne pensait, puisque la molécule d'albumine porte déjà la marque chimique imprimée par l'espèce.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Bunzo Hayata* (prés. par M. L. Blaringhem). — **Le système dynamique des plantes fondé sur la théorie de la participation.**

Le premier concept, à savoir qu'un individu (ou une espèce) n'est pas la manifestation d'une qualité seule, mais un composé de choses différentes produites par la coopération des gènes distintes, est appelé la théorie de la coopération mutuelle des gènes. L'autre, à savoir que les relations d'analogie ou de divergence des individus (ou des espèces) trahissent la répartition, selon des proportions différentes, des mêmes sortes de gènes en apparition phénoménale dans les individus, est appelée la théorie de la répartition mutuelle des gènes. Les deux théories réunies forment la théorie de la participation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *J. Laurin* (prés. par M. Béhal). — **Action hypoglycémiante des bulbes de *Allium Cepa* L.**

L'injection de solutions de glucides provoque un déséquilibre de la glycémie chez le lapin. Le mannose semble avoir une action hypoglycémiante assez nette dans les 23 heures suivant l'injection.

THÉRAPEUTIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Raymond-Hamet* (prés. par M. Ch. Richet). — **Mécanisme de l'action des amines sympathomimétiques.**

De nombreuses amines sympathomimétiques, en particulier la tyramine et la phényléthylamine, possèdent à la fois une action adrénalitique et une action nicotinique. Les recherches de l'auteur révèlent l'analogie singulière qui existe entre les substances du groupe de la choline et les amines sympathomimétiques, celles-ci excitant à la fois les terminaisons du sympathique (action adrénalinique) et les ganglions du système nerveux végétatif (action nicotinique).

P. GUÉRIN.

Séance du 26 mai 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Potrou.* — **Sur un théorème fondamental de la théorie des groupes contenus finis de transformations.**

— *M. Winanks.* — **Détermination d'une fonction de fonctions par le moyen d'une équation intégrale.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Long* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les surfaces W.**

HYDRODYNAMIQUE. — *Teissié-Solier* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur les conditions d'emploi du tube de Pitot et l'impulsion d'un jet turbulent sur une plaque.**

RELATIVITÉ. — *J. Le Roux.* — **De l'impossibilité d'une loi de gravitation pour un ensemble ne comprenant que deux points matériels.**

MAGNÉTISME. — *Ch. Sadrou* (transm. par M P. Weiss). — **La saturation ferromagnétique des éléments autres que le fer, le nickel et le cobalt, et le système périodique.**

De nombreux atomes possède des moments magnétiques, mais, sauf dans le cas de Fe, Co et Ni, l'orientation spontanée, condition du ferromagnétisme, fait défaut. Or, l'auteur montre qu'on peut obtenir l'orientation en donnant à l'atome considéré des voisins appropriés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L. Bull* et *Mlle S. Veil* (prés. par M. G. Urbain). — **Etude optique des anneaux secondaires de Liesegang.**

L'étude a été faite, non sur la préparation — précipitation du chromate d'argent au sein de la gélatine — mais sur les enregistrements optiques, suivant une technique décrite précédemment (*C. R.*, 192, 1931, p. 682). Ces enregistrements ont été soumis à la fois à des mesures directes et à l'examen microphotométrique. Les anneaux secondaires, dans leur ensemble, sont d'autant plus espacés qu'ils sont plus éloignés de la goutte, leur distribution subissant, en outre, des fluctuations périodiques. Les opacités offrent des particularités analogues, avec des maxima correspondant sensiblement aux maxima d'écartement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L. Bert* et *R. Annequin.* — **Sur une nouvelle méthode de synthèse de l'aldéhyde cinnamique et de ses homologues substitués sur le noyau**

On part de l'ω-chloralylbenzène sur lequel on fixe soit deux atomes de chlore, à chaud, par PCl^5, soit deux atomes de brome, à froid, en solution chloroformique. L'un ou l'autre des composés obtenus est ajouté peu à peu, en cessant de chauffer, à un excès d'une solution bouillante de méthylate ou d'éthylate de sodium, préparée en introduisant le métal dans dix fois son poids d'alcool anhydre correspondant. La réaction produite est vive. L'ébullition est poursuivie pendant plusieurs heures. On entraîne alors le solvant à la vapeur d'eau, on reprend le résidu par l'éther, on lave à l'eau, on sèche sur $CaCl^2$ et on rectifie dans le vide.

L. FRANCHET.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Charles Nicolle* et *Ugo Lumbroso.* — **Immunité consécutive à une atteinte naturelle et guérie de trachome contre une réinoculation expérimentale du virus.**

L'inoculation intraveineuse, bien que répétée, de cultures vivantes du *B. granulosis*, souche Olistski, ne vaccine pas contre l'inoculation ultérieure du virus trachomateux. Une première atteinte de trachome naturel, ayant laissé à sa suite, après guérison, un état cicatriciel total des conjonctives, met le sujet à l'abri des effets d'une réinoculation expérimentale d'un virus, très actif pour un sujet neuf.

PHYSIOLOGIE. — *I. D. Strelnikov* (prés. par M. F. Mesnil). — **Influence des radiations solaires sur la température du corps des insectes.**

La température du corps de l'insecte vivant est plus élevée que celle de l'insecte mort; la différence atteint 3°5'. La température du corps des insectes est plus élevée que celle des éléments thermo-électriques, aussi bien à l'ombre qu'au soleil.

Une élévation de température de 10°, 12°, 15° en quelques minutes, s'accompagne de fortes modifications des processus respiratoire, digestif et nerveux. Un souffle très léger du vent, une légère ombre portée par un petit nuage suffisent pour faire baisser immédiatement la température du corps.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Michel Polonovski* et *Albert Lespagnol* (prés. par M. A Desgrez). — **Sur deux nouveaux sucres du lait de femme, le gynolactose et l'allolactose.**

Les auteurs sont parvenus à isoler, à l'état cristallisé, ces deux nouveaux sucres dont ils donnent les propriétés, et dont la présence dans le lait de femme explique complètement les divergences des pouvoirs réducteurs et rotatoires des lactosérums.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — MM. Deslandres et Le Chatelier sont réélus membres du Conseil de perfectionnement de l'Ecole Polytechnique.

Observatoire de Stockholm. — L'inauguration du nouvel Observatoire, édifié à Saltojœbaden, vient d'avoir lieu en présence du Roi de Suède, des membres du Gouvernement et du Rihsdag; les Universités et les Sociétés Savantes étaient représentées.

Musée du Trocadéro. — Le 19 juin a eu lieu l'inauguration de la bibliothèque du Musée d'Ethnographie, au Trocadéro, par M. Mario Roustan, Ministre de l'Intruction publique et des Beaux-Arts.

La bibliothèque qui renferme environ 8.000 volumes, a été entièrement réorganisée grâce à des dons importants car pour elle comme pour les collections, les ressources officielles sont notoirement insuffisantes.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — Le Conseil de l'Université a conféré le titre de Docteur *honoris causa* de l'Université de Paris, à :

MM. Ansiaux, Professeur d'Economie politique à l'Université libre de Bruxelles;

W.-B. Cannon, Professeur de Physiologie à l'Université Harvard;

Nicolas Iorga, Président du Conseil des Ministres de Roumanie, Recteur de l'Université de Bucarest;

Henry Fairfield Osborn, Directeur de l'American Museum of Natural History, à New-York.

En prenant cette décision, le Conseil de l'Université a été heureux de pouvoir rendre hommage à des Professeurs et Savants éminents dont les travaux et les découvertes scientifiques ont enrichi l'humanité.

— *Facultés des Sciences. — Soutenances de thèses.* — Ont été soutenues en Sorbonne, pour le Doctorat ès-sciences :

8 juin. — M. Heim : « *Le genre inocybe précédé d'une introduction générale à l'étude des agarics ochrosporés.* »

10 juin. — Mlle Lévy : « *Contribution à l'étude des phénomènes d'absorption dans les systèmes binaires d'électrolytes.* »

12 juin. — M. Coustal : « *Etude sur la phosphorescence du sulfure de zinc.* »

— M. Prevet : « *La structure cristalline du sulfure de zinc phosphorescent.* »

13 juin. — M. Coulomb : « *Sur les ondes Rayleigh et sur certaines transcendances généralisant celles de Bessel.* »

20 juin. — M. de Rham : « *Sur l'analysis situs des variétés à plusieurs dimensions.* »

Pour le Doctorat d'Université :

15 juin. — M. Gardner : « *Recherches sur les spirochétidés observés dans le district de Montréal.* »

Facultés de Médecine. — *Agrégation.* — L'arrêté du 28 février 1931 est remplacé par celui du 21 mai 1931 paru au *Journal Officiel* du 22 mai :

Art. 1er. — L'article 23 de l'arrêté du 6 avril 1929 est remplacé par les dispositions suivantes :

« Si le nombre des candidats est suffisant, il est établi après la leçon orale, d'après les notes des deux premières épreuves, une liste d'admissibilité qui doit comprendre un nombre d'admissibles au moins égal au double du nombre des emplois mis au concours. »

Art. 2. — L'article 41 de l'arrêté du 6 avril 1929, complété par l'arrêté du 25 février 1930, est modifié ainsi qu'il suit en ce qui concerne la composition des jurys des concours du second degré :

Chirurgie générale. — 9 membres du jury.

Faculté de Paris. — 4 membres choisis parmi les professeurs de clinique chirurgicale générale, de cliniques chirurgicales spéciales non pourvues d'une agrégation spéciale, d'anatomie médico-chirurgicale, de pathologie externe ou d'opérations et appareils.

Facultés des départements. — 5 professeurs de clinique chirurgicale générale, de cliniques chirurgicales spéciales non pourvues d'une agrégation spéciale, de pathologie externe ou de médecine opératoire.

Art. 3. — Les dispositions du premier paragraphe de l'article 43 de l'arrêté du 6 avril 1929 sont remplacées par les dispositions suivantes :

« Les candidats reçus à la première épreuve de l'examen institué par l'arrêté du 14 mars 1924, avant la session ouverte en 1926 pour la deuxième épreuve, auront le droit de se présenter aux concours des deux premières sessions du second degré ouverts sous le présent régime pour pourvoir à des places de la Faculté pour laquelle ils sont candidats dans les sections auxquelles leur donne accès leur admission à la première épreuve. »

Art. 4. — Les dispositions du premier paragraphe de l'article 44 de l'arrêté du 6 avril 1929, modifié par l'arrêté du 18 juillet 1930, est remplacé par les dispositions suivantes :

« Sont dispensés des épreuves du premier degré et peuvent se présenter aux deux premiers concours du second degré qui s'ouvriront sous le présent régime :...

« 1° Les admissibles aux concours de 1923 ou aux concours antérieurs. Sont considérés comme admissibles tous les candidats à l'agrégation qui auront ou auraient été classés par le nombre de points avant ou *ex æquo* avec le dernier candidat déclaré admissible pour une Faculté quelconque;

2° Pour les sections ouvertes aux catégories I médecine, J chirurgie, K obstétrique, les médecins, chirurgiens et accoucheurs des hôpitaux nommés au concours dans les villes de Faculté avant le 1er juillet 1929.

— *Concours de l'Agrégation.* — Les dates des compositions des concours de l'agrégation des Facultés de Médecine qui s'ouvriront le 6 décembre 1931, sont fixées ainsi qu'il suit :

Anatomie, histologie, histoire naturelle médicale et parasitologie, bactériologie, anatomie pathologique, médecine générale, chirurgie, chimie, physique. — 1re composition le 6 novembre 1931; 2e composition le 7 novembre 1931.

Physiologie, ophtalmologie, oto-rhino-laryngologie, obstetrique, histoire naturelle pharmaceutique, pharmacie, chimie générale, pharmaceutique et toxicologie. — 1re composition le 9 novembre 1931; 2e composition le 10 novembre 1931.

Les compositions ont lieu dans chaque Faculté. Chaque composition sera faite dans une séance particulière d'une durée de quatre heures, de huit heures à douze heures.

Collège de France. — Le 18 juin ont commencé au Collège de France les fêtes organisées à l'occasion du quatrième centenaire de sa fondation. Les cérémonies ont comporté notamment quatre conférences données par des Professeurs de l'établissement : le 18 juin, M. H. Vincent a parlé sur *Claude Bernard et le Collège de France*, et M. Sylvain Lévi sur *Les origines d'une chaire : l'entrée du sanscrit au Collège de France.* Le 19 juin, M. E. Faral a parlé sur *Les études médiévales au Collège de France*, et M. Langevin sur *La Physique au Collège de France.*

Le même jour a eu lieu la séance solennelle présidée par M. Paul Doumer, Président de la République. Des discours ont été prononcés par MM. Charléty, recteur de l'Université de Paris, au nom des Universités françaises; Alessandro Ghigi, recteur de l'Université de Bologne, au nom des Universités étrangères; A. Millerand, président de l'Institut de France, délégué de l'Académie des Sciences morales et politiques; Widor, secrétaire perpétuel de l'Académie des Beaux-Arts; Alfred Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; A. Puech, président de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres; Gabriel Hanotaux, délégué de l'Académie Française; J. Bédier,

Les fêtes se sont terminées le 22 juin par une réception offerte à l'Exposition coloniale par M. le Maréchal Lyautey.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — M. Javillier, Professeur à la Sorbonne, a été nommé Professeur de la chaire de Chimie agricole et biologique au Conservatoire.

Ecole nationale des Eaux et Forêts. — Par arrêté (Agri.) du 31 mars 1931, les nominations des élèves diplômés de l'Institut National Agronomique qui ont fait acte de candidature à l'Ecole nationale des Eaux et Forêts pour le service forestier métropolitain et algérien, pour le service forestier marocain, pour le service forestier colonial, ou à la fois pour ces différents services, sont prononcées

jusqu'à concurrence du nombre des places d'élèves à l'Ecole nationale des Eaux et Forêts déclarées disponibles, pour chacun des services, d'après le rang de classement des candidats à la sortie de l'Institut National Agronomique et en suivant l'ordre de préférence indiqué dans leur demande.

Les dites nominations, portant répartition des intéressés entre les trois services forestiers susvisés, sont arrêtées par le Ministre de l'Agriculture, après adhésion, toutefois, en ce qui concerne le concours d'admission à l'Institut agronomique à titre colonial, des départements ministériels intéressés.

Les nominations pour les trois services, une fois arrêtées, sont définitives. Les places qui pourraient ensuite devenir disponibles par suite de renonciation, de décès ou pour toute autre cause ne seront pas attribuées.

(*Inform. univers.*)

Institut National Agronomique. — Deux concours seront ouverts, à l'Institut National Agronomique, aux dates fixées ci-dessous, pour l'admission, en 1931, d'élèves à la section d'application de l'enseignement agricole et des recherches agronomiques :

I. *Division A* (enseignement) (20 élèves) : le mercredi 15 juillet, à 9 heures. — II. *Division B* (recherches agronomiques) (4 élèves) : le vendredi 17 juillet, à 9 heures.

Les candidats se procureront tous renseignements utiles sur les programmes desdits concours au Ministère de l'Agriculture (direction de l'Agriculture, 1er bureau pour la division A, et direction de l'Institut des Recherches agronomiques pour la division B).

Ils pourront également s'adresser à la direction de l'Institut National Agronomique, ainsi qu'aux directions des trois écoles nationales d'agriculture (pour les divisions A et B) de l'Ecole nationale des industries agricoles (pour la division B), sciences physiques et chimiques), et de l'Ecole nationale d'Horticulture (pour la division B, sciences naturelles). (*Inform. univers.*)

Ecoles vétérinaires. — L'information parue au *Journal Officiel* du 17 janvier 1931 est annulée et remplacée par l'avis suivant :

1° Un concours sera ouvert à l'Ecole vétérinaire de Lyon le lundi 16 novembre 1931, pour la nomination de deux chefs de travaux plus spécialement attachés au 10e enseignement (maladies microbiennes), l'un à l'école vétérinaire de Lyon, l'autre à l'école vétérinaire d'Alfort;

2° Un concours sera ouvert, à l'Ecole vétérinaire de Lyon, le mardi 17 novembre 1931, pour la nomination d'un chef de travaux plus spécialement attaché au 1er enseignement (chimie et pharmacie), à ladite école;

3° Un concours sera ouvert à l'école vétérinaire de Lyon le jeudi 19 novembre 1931 pour la nomination à ladite école d'un chef de travaux plus spécialement attaché au 6e enseignement (parasitologie).

Quatre concours pour la nomination d'agrégés des écoles vétérinaires, prévus par le décret du 28 juillet 1925, seront ouverts :

1° A l'Ecole vétérinaire d'Alfort :

a) Le lundi 13 juin 1932 pour le 6e enseignement (parasitologie);

b) Le lundi 20 juin 1932 pour le 3e enseignement (physiologie et thérapeutique);

2° A l'Ecole vétérinaire de Toulouse :

a) Le lundi 14 novembre 1932 pour le 7e enseignement (médecine).

b) Le lundi 21 novembre 1932 pour le 12e enseignement (industrie et contrôle des produits d'origine animale).

Université de Strasbourg. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Pétrographie est transformée en chaire de Minéralogie et Pétrographie.

Université de Rennes. — Il est créé à l'Institut Polytechnique de l'Ouest à Nantes, un diplôme d'ingénieur-physicien à l'Université de Rennes.

Université de Nancy. — *Faculté des Sciences.* — M. Petit, ancien Doyen, est nommé Doyen honoraire.

— *Faculté de Médecine.* — La chaire d'Histoire naturelle est transformée en chaire de bactériologie. M. Lavergne en est nommé titulaire.

Université de Toulouse. — *Faculté de Médecine.* — M. Abelous est renouvelé dans ses fonctions de Doyen pour une nouvelle période de trois ans à compter du 1er mai.

Ecoles de Médecine et de Pharmacie. — *Rennes.* — M. Lenormand, Professeur de Chimie analytique et toxicologie et M. Fleury, Professeur de matières médicales sont admis à la retraite.

— *Nantes.* — M. Bureau, Professeur de médecine légale, est admis à la retraite.

— *Rouen.* — M. Gascard, Professeur de Chimie et toxicologie est admis à la retraite. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Théorie des fonctions algébriques et de leurs intégrales. Tome I, par Appel et Goursat, 2e édition, revue par Fatou. Tome II, par Fatou. 2 vol. gr. in-8° de 520 pages chacun. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 200 francs.

Voilà un traité comme il n'en existait pas encore en France; depuis les progrès réalisés par Poincaré sur le problème de l'uniformisation, l'unique volume constituant la première édition de cet ouvrage ne pouvait suffire aux besoins de l'enseignement et de la recherche. C'est pourquoi Fatou, répondant à la demande de Paul Appell et de M. Edouard Goursat, a revu et complété sur divers points leur ouvrage et l'a complété par un second. Le résultat obtenu est magnifique, mais avivera encore le regret qui s'attache à la disparition récente d'Appel et de Fatou.

Le premier volume a été enrichi, dans son introduction notamment. Mais comme il diffère peu de l'ancienne édition, nous parlerons surtout du second volume. Après avoir étudié les substitutions linéaires du plan et de l'espace en liaison avec les géométries non euclidiennes, et résolu les questions relatives à leur composition, on passe aux groupes fournis avec ces substitutions, et qui constituent le substratum commun à bien des théories mathématiques. La condition pour qu'un tel groupe soit proprement discontinu se ramène à la notion de famille normale. Et ce point résolu, on peut construire les groupes fuchsiens ou kleinéens en prenant pour guide le domaine fondamental.

Les fonctions automorphes obtenues par des séries thétas, on comprend la dépendance entre deux fonctions automorphes d'un même groupe, et l'on domine les relations entre fonctions algébriques; surfaces de Riemann, fonctions uniformisantes et polygone fondamental correspondant.

On aborde, dans une dernière partie le problème de l'uniformisation en toute généralité, et on établit, par la représentation conforme, l'existence des trois espèces d'inté-

grales abéliennes sur une surface de Riemann donnée *a priori*. A cela, se rattachent beaucoup de questions : étude simultanée des singularités de fonctions uniformes liées algébriquement, représentation conforme des aires multiplement connexes, etc...

On devine combien un tel livre, où convergent des points de vue si féconds et si variés, est éducatif. On peut le regarder comme un élément essentiel de la formation des jeunes mathématiciens.

G. Bouligand.

Cours d'analyse de l'Ecole Polytechnique, par M. Paul Lévy. Tome I. In-4° de 376 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris 1930. — Prix : 120 francs.

La marque dominante de l'enseignement de M. Paul Lévy est son art d'allier l'intuition et la rigueur et de développer chez ses élèves l'esprit d'invention mathématique, qu'il possède lui-même à un si haut degré.

L'éminent professeur expose dans ce premier volume les matières du cours de première année de l'Ecole. Il y complète les points du calcul différentiel et intégral dont l'étude est entamée en mathématiques spéciales. Il y développe la théorie des intégrales multiples, pour passer ensuite en revue les applications géométriques du calcul infinitésimal, et notamment la théorie des champs de vecteurs. Il termine par la théorie des équations différentielles, dans le domaine réel. Diverses notes, dont l'une relative aux calculs vectoriel et tensoriel, complètent l'ouvrage, qui, sans excéder les justes limites, constitue un riche répertoire, lequel sera, de toutes parts, très recherché.

G. Bouligand.

Leçons sur les ensembles analytiques et leurs applications, par M. N. Lusin, professeur à l'Université de Moscou avec une note de M. Sierpinski. In-8° de la *Collection Borel* de 330 pages. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris.

Cet ouvrage approfondit diverses parties de la théorie descriptive des fonctions, fondée par MM. Borel, Baire et Lebesgue. D'une part, l'Auteur a étendu les recherches de M. Baire au-delà des fonctions de classe 3 ; d'autre part, il s'est proposé des familles d'ensembles de points situés au-delà de la classification de Baire, et sur ce terrain, il a rencontré des difficultés liées aux controverses sur le continu considéré du point de vue arithmétique.

Il est impossible de donner, dans une rapide analyse, une idée de l'importance de ces questions : signalons seulement leur connexion avec le problème des fonctions implicites, traité dans un nouveau style au quatrième et avant-dernier chapitre. Au lieu de tenter un stérile résumé, il est préférable de renvoyer le lecteur à la savoureuse préface de M. Henri Lebesgue !

G. Bouligand.

Cours de géométrie de l'Ecole Polytechnique, par M. Maurice d'Ocagne, de l'Institut. In-4° de 429 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1930. — Prix : 120 francs.

Il faut se réjouir de la grande diffusion donnée par la maison Gauthier-Villars aux cours de l'Ecole Polytechnique, appelés à rendre, dans tous les milieux scientifiques, d'immenses services.

Le cours de M. Maurice d'Ocagne semble particulièrement propre à former de vrais géomètres, amoureux de l'intuition et des beautés intrinsèques des figures, forts pour la recherche, par l'habitude qui leur est donnée de remonter aux principes, aussi bien que par la rigueur des méthodes qui leur sont inculquées. Voici les grandes subdivisions de l'ouvrage.

I. — Transformations et groupes.
II. — Géométrie infinitésimale des lignes et des surfaces.
III. — Complexes, congruences.
IV. — Géométrie appliquée.
V. — Mécanismes, cinématique graphique.
VI. — Statique graphique.
VII. — Calcul graphique.
VIII. — Intégromètres, intégraphes.
IX. — Nomographie.

Chacune de ces parties est par elle-même un traité déjà fort riche, et cela permet de mesurer l'importance considérable de cette belle publication.

G. Bouligand.

An account of the principles of Measurement and Calculation, par Norman Robert-Campbell. In-8° de 293 pages. — Longmans, Green et Cie, éditeurs, London. — Prix : 15 sh.

La plupart des traités de physique disent très peu de choses sur les mesures et les calculs, j'entends sur leurs principes. Il y a cependent beaucoup à dire, et M. N.-R. Campbell leur consacre un ouvrage que liront avec le plus grand intérêt ceux qui aiment la philosophie des sciences. Le problème central est celui des lois numériques. Quelle est leur signification ? Comment sont-elles établies ? Quel est leur emploi ? Les quatre premiers chapitres traitent des lois de la mesure, de la pratique des mesures fondamentales, des nombres, et de leurs propriétés en tant que grandeurs. Puis, viennent des chapitres sur les lois numériques, sur les mesures dérivées, sur la classification des grandeurs ; les étalons et les coefficients, les erreurs de mesure, les erreurs des lois numériques, les lois approchées et statistiques, le calcul, le parti qu'on peut tirer des dimensions.

M. N.-R. Campbell est un expérimentateur de premier ordre. Il a assurément beaucoup réfléchi sur le fondement des méthodes et sur leur validité. Son livre mérite d'être lu par tous ceux qui cultivent les sciences expérimentales. Ce n'est pas un livre qu'il suffit de parcourir ; il incite à la réflexion mais certains le trouveront peut être un peu long.

J. B.

Les applications des rayons X, par J. J. Trillat. In-8° (*Recueil des Conférences-Rapports de documentation sur la Physique*), de 298 pages et 108 figures. Presses Universitaires de France, Paris 1930. — Prix : 85 francs.

Les rayons X qui, peu après leur découverte, ont été surtout employés en vue d'applications médicales, sont devenus, depuis la découverte par Laüe, en 1912, des phénomènes de diffraction qu'ils donnent dans les cristaux, un des moyens d'action les plus puissants dont nous disposions pour étudier la structure moléculaire des corps. Les applications dans cette voie se sont développées depuis quelques années avec une rapidité surprenante. C'est à leur examen critique qu'est consacré l'ouvrage de M. Trillat.

Cette monographie comprend deux parties. La première est consacrée à une revue sommaire des propriétés des rayons X, de leur mode de production et des méthodes générales permettant de les utiliser à l'étude de la structure des corps cristallisés. L'auteur ne développe pas les résultats relatifs à la cristallographie proprement dite qui ont été exposés dans d'autres volumes de la même collection.

La deuxième partie, la plus importante, est consacrée aux applications diverses des rayons X dans le domaine

des recherches physico-chimiques et industrielles. L'auteur a rassemblé et condensé un nombre très grand de travaux relatifs à l'étude des métaux et de leurs alliages, des produits minéraux les plus divers (chaux, ciments, argile, porcelaine, etc.), des composés organiques, des produits d'origine colloïdale (cellulose et ses dérivés, caoutchouc, résines et gélatines). Il montre tout l'intérêt que présente l'emploi des rayons X pour étudier la structure des corps mésomorphes et les phénomènes d'étalement des corps gras, si intimement liés à la lubrification. Un dernier chapitre est consacré à la radiographie, aux méthodes d'analyse qualitative et quantitative fondées sur l'emploi des rayons X.

On ne saurait analyser en détail un ouvrage où sont rassemblées tant de données nouvelles. Il fait apparaître très nettement le haut intérêt que présente l'emploi des rayons X pour l'étude de la matière et il montre la facilité avec laquelle la matière, sous ses diverses formes, prend l'état cristallin. Les substances colloïdales elles-mêmes, aussi bien à l'état de solution qu'à l'état de gelée, qu'on opposait jusqu'ici si nettement aux cristalloïdes, apparaissent comme constituées par des cristaux extrêmement ténus qui peuvent être soit complètement libres à l'état de micelles isolées dans les solutions colloïdales, soit plus ou moins groupées et orientées dans les gelées.

A. Bc.

Guide de l'ouvrier en verres d'optique de précision, par le Colonel Ch. Dévé. In-8° de 258 pages avec 94 figures. (Editions de la Revue d'Optique théorique et instrumentale). Paris, 1930.

Cet ouvrage, écrit pour les ouvriers et les ingénieurs s'occupant de la taille des verres d'Optique, renferme, exposées très simplement, mais avec beaucoup de précision, les connaissances scientifiques nécessaires pour bien comprendre les opérations relatives à cette fabrication.

Le premier chapitre est consacré à la description des principales sortes de verres utilisés en Optique, l'étude de leurs défauts et à celle des aberrations que peuvent présenter les systèmes dioptriques et catoptriques. Le chapitre II traite des abrasifs, c'est-à-dire des corps pulvérulents employés dans le travail des métaux, des verres ou des cristaux. Le travail de surface, ou surfaçage, est réalisé par un ensemble d'opérations où l'habileté de l'ouvrier joue le principal rôle; cependant l'auteur a su mettre en relief les lois scientifiques des phénomènes qui interviennent et dont la connaissance permet à l'ouvrier de comprendre les diverses manœuvres qu'il doit exécuter. La lunetterie est une branche importante des industries d'optique aussi deux chapitres sont-ils consacrés à l'exposé des connaissances qui s'y rapportent : définition et mesure de la puissance, étude des types usuels de verres de lunetterie, etc. Le travail des surfaces d'optique doit être extrêmement précis et demande que l'ouvrier puisse apprécier le 1/50.000e de mm.; c'est à quoi l'on parvient par la mise en œuvre des phénomènes d'interférence. L'auteur nous donne un exposé très intéressant des méthodes utilisées actuellement pour la vérification des surfaces de verre. Le travail des cristaux est également une branche très délicate de l'industrie d'optique de précision, qui suppose la connaissance des phénomènes de polarisation et sur laquelle l'auteur donne d'intéressants renseignements. Les deux derniers chapitres du livre sont consacrés à diverses opérations secondaires : centrage, débordage, collage des verres, réticules, micromètres et graticules.

Dans sa préface, l'auteur indique que son ouvrage a été écrit spécialement pour les ouvriers et contremaîtres s'occupant du travail des verres, ainsi que pour les ingénieurs opticiens ayant à diriger des ateliers d'optique de précision. Nous nous permettons également de le recommander aux étudiants de nos facultés et aux professeurs de l'enseignement secondaire. Nous sommes certains qu'ils tireront, comme nous l'avons fait nous-même, le plus grand profit de sa lecture et qu'ils y perfectionneront, dans un sens pratique, leur formation de physicien.

A. Bc.

Guide pratique du chimiste dans l'industrie du ciment, par Constantin Tsountas, Sous-Directeur de la Société des Ciments d'Egypte. 2e édition refondue et corrigée en collaboration avec M. Jean Hendrickx, Directeur Technique des Etablissements Poliet et Chausson. Un vol. in-8 de 102 pages avec 18 figures. Revue des Matériaux de Construction et des Travaux Publics, éditeurs. Paris. — Prix : 20 francs.

La fabrication du ciment portland repose maintenant sur des procédés scientifiques exigeant des laboratoires d'essais, de recherches et de contrôle où le chimiste a une place prépondérante, notamment, pour l'analyse des matières premières et pour l'analyse des produits obtenus. Le guide pratique de M. Tsountas est particulièrement intéressant, l'auteur étant depuis longtemps un praticien qui a demandé d'ailleurs à un éminent spécialiste M. Jean Hendrickx aidé des chefs des laboratoires des Etablissements Poliet et Chausson. MM. J. Cocagne et Y. Matras, de revoir son travail et de le mettre au courant des méthodes d'analyse les plus modernes.

L'ouvrage se divise en trois parties : la première comprend l'analyse chimique des matières premières : calcaires, calcaires dolomitiques, argiles, marnes, gypses, laitiers. La deuxième partie, traitant du contrôle chimique de la fabrication, est particulièrement intéressante; on y trouve : les différentes formules de calculs des mélanges; le contrôle des dosages et enfin le contrôle de la fabrication par divers procédés. La troisième partie se divise elle-même en plusieurs études : analyse du ciment, analyse des combustibles; analyse chimique des eaux industrielles; analyse et essais des huiles de graissage; elle se termine par l'analyse des gaz industriels indispensable pour obtenir un bon rendement.

Il ne s'agit pa d'un traité d'analyse, mais ce recueil donne clairement et simplement toutes les méthodes qu'il est indispensable de connaître dans la pratique industrielle courante; il rendra de grands services à tous ceux qui s'intéressent à la question des liants hydrauliques, notamment aux personnels des laboratoires. La Revue des Matériaux de Construction et des Travaux Publics a édité cet ouvrage avec le plus grand soin.

Ed. M.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 13 — 69e ANNÉE — 11 JUILLET 1931

LES PRINCIPAUX TYPES DE LIMONS EN FRANCE SEPTENTRIONALE

par Georges DUBOIS
Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg

Les géologues nomment habituellement *limons* des roches plus ou moins meubles et friables, tantôt cohérentes, tantôt pulvérulentes, faisant parfois pâte avec l'eau, pouvant contenir des graviers, des cailloux roulés, des concrétions, et recouvrant d'un manteau plus ou moins continu, sur les plateaux et sur les pentes, les roches de différents âges (fig. 1). L'épaisseur de ce manteau peut être de quelques décimètres seulement; elle peut atteindre 25 m., tout au moins en France ; elle peut être plus considérable encore en certaines contrées : en Chine par exemple.

En Europe, les limons sont particulièrement développés autour de la zone qui fut occupée par les derniers glaciers quaternaires. Les fossiles y sont rares et peu variés ; ce sont le plus généralement des Gastéropodes terrestres : Escargots, Pupes, Clausilies, Bulimes, Ambrettes et des Mammifères terrestres.

Les limons ainsi définis sont très manifestement des formations continentales aériennes et subaériennes (1), constituées principalement pendant les temps quaternaires.

(1) Les géologues restreignent donc le sens d'un mot qui, dans le vocabulaire courant, désigne très vaguement diverses roches à grain fin, plus ou moins meubles et collantes, telles que certaines terres végétales ou certaines alluvions fluviales ou marines.

Les limons ont des aspects extrêmement multiples. Aussi s'est-on efforcé d'en fixer les caractères généraux et différentiels et de les classer lithologiquement et stratigraphiquement.

J. Ladrière, de Lille, distingua l'un des premiers, en Picardie et en Thiérache, plusieurs types de limons, reconnaissables sur le terrain même, par leurs aspects, et se succédant en un ordre stratigraphique assez constant. Sa classification retint longtemps l'attention des géologues et fut développée par V. Commont et A. Rutot ; d'ailleurs, E. Schumacher avait trouvé dans les limons lœssiques d'Alsace des subdivisions analogues à celles des limons étudiés par Ladrière. Mais l'expérience a montré que la classification de Ladrière n'est réellement applicable qu'en certaines régions de la France du Nord, où, sous des placages argilo-sableux tertiaires, affleurent des calcaires tertiaires, crétacés ou paléozoïques, ensemble propre à engendrer des limons de type lœssique.

Ultérieurement tandis qu'en Alsace et en Europe centrale les géologues poursuivaient l'étude stratigraphique très détaillée des limons de type lœssique, divers savants s'appliquèrent à définir minéralogiquement et physico-chimiquement les variétés de limons du bassin parisien. Les travaux les plus récents sur ces questions sont ceux de L. Cayeux, V. Agafonoff, V. Malycheff, A. Demolon.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Je ne puis dans cet article général, résumer ces travaux. Il s'en dégage surtout que les limons sont essentiellement formés de grains de quartz dont les diamètres se tiennent habituellement entre 0 mm. 01 et 1 mm. Ces grains sont mélangés de minéraux extrêmement variés parmi lesquels la calcite, l'argile, l'hydroxyde de fer, peuvent prendre une place plus ou moins importante. Les autres minéraux consistent surtout en magnétite, zircon, rutile, tourmaline, micas, hornblende, feldspaths, glauconie. D'une façon générale, enfin, on peut y observer les débris plus ou moins amenuisés des roches les plus variées.

Ainsi les limons ont une constitution à la fois très uniforme dans l'ensemble et très variée dans le détail. Ils se prêtent mal à une classification rationnelle purement lithologique.

L'étude des limons prend un intérêt plus grand, si l'on considère en même temps qu'eux, diverses formations superficielles, ainsi que l'avaient déjà fait J. Geikie, J. Prestwich, Ch. Lyell, N. de Mercey, J. Gosselet, Ch. Barrois, A. Bigot, V. Commont, A. de Lapparent, H. Douxami, J. de Lapparent, G. Dubois, et d'autres, et, plus récemment, avec des documents de comparaison nouveaux, L. Dangeard, Y. Milon, et L. Berthois.

C'est surtout le résultat des études de ces géologues que je présente dans la suite de cet article qui est essentiellement une revue des principaux limons du territoire français au Nord de la Loire, où ces roches sont bien représentées et où je les ai moi-même étudiées sur le terrain.

Considérant le mode de formation des limons, j'envisagerai successivement les limons éluviaux, les limons de ruissellement, les limons de solifluction et les limons éoliens, puis les limons lœssiques.

I. — Limons éluviaux.

Ils dérivent directement de leur substratum, par altération sur place, avec remaniement nul ou faible.

L'altération de la roche mère, préparée par les variations de température, est due essentiellement à l'action des eaux météoriques chargées de gaz carbonique et d'oxygène ; ces eaux dissolvent un grand nombre de minéraux et notamment le calcaire ; elles oxydent les minéraux non entraînés, en particulier les sels de fer. De tels limons peuvent avoir tous les âges : ils se constituent en effet dès que la roche mère affleure au sol. En fait ils sont souvent très jeunes parce que les limons anciennement formés ont toutes chances d'avoir été entraînés par le ruissellement. On peut y séparer assez nettement, au point de vue de leur aspect tout au moins, les *rougeons*, les *panachés*, les *agaizes*, les *arènes* (1).

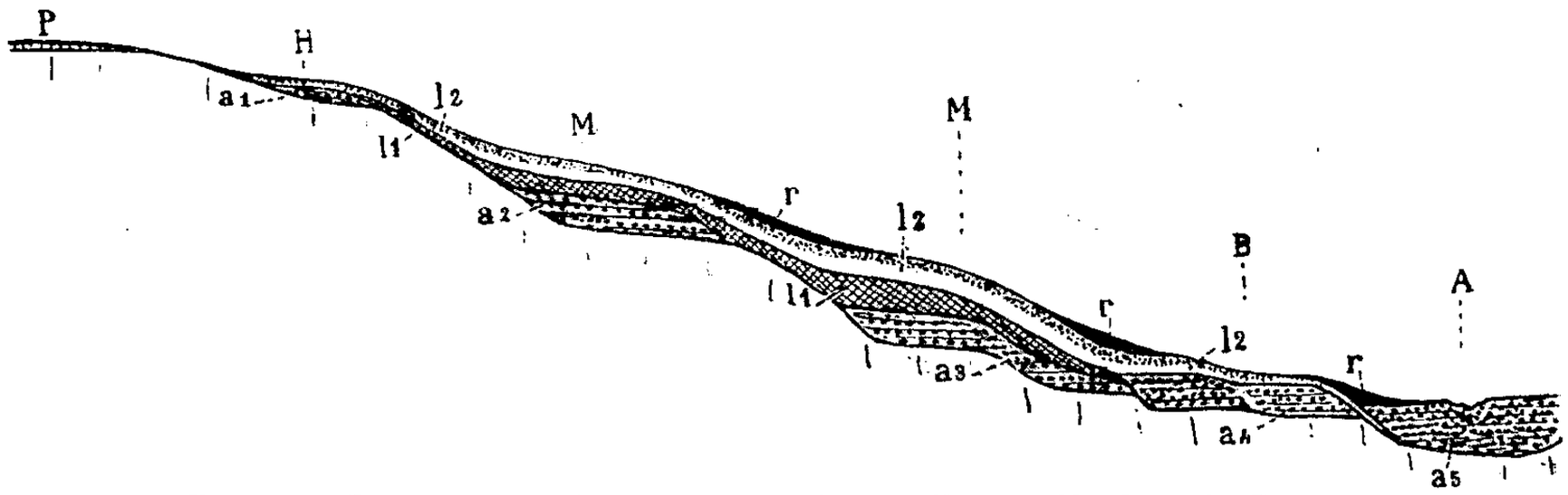


Fig. 1. —Coupe schématique du flanc d'une vallée du Nord de la France, montrant la répartition la plus fréquente des limons.

d, haute terrasse ; M, M. moyenne terrasses ; B, basse terrasse ; A, plaine alluviale actuelle ; a^1, a^2, a^3, a^4, a^5, dépôts successifs d'alluvions au cours du creusement de la vallée ; l^1, limons anciens ; l^2, limons loessiques récents (rougerons lehmifiés en surface) ; r, limons de ruissellement postérieur à la formation des limons loessiques récents.

A) *Rougeons et limons bruns.* — Les rougeons résultent essentiellement de la décalcification des roches calcaires, avec rubéfaction par oxydation des sels de fer. On les rencontre sur les plateaux calcaires picard, normand, parisien, ardennais ou lorrain. Ils sont bruns, brun-rouge ou roux, argileux ou argilo-sableux, avec grains de quartz de calibre très variable, et

(1) Les *latérites* sont des limons éluviaux alumineux qui se constituent sous des climats chauds très différents de ceux qui ont régné en Europe occidentale depuis le Pliocène. En France, on connaît de très vieilles latérites ou formations voisines des latérites : ce sont les *bauxites* ou minerais d'aluminium, dont l'âge est essentiellement crétacé (parfois éocène). Ces curieuses formations ont été récemment étudiées en détail par J. de Lapparent.

Les *sols naturels* constituent également des limons éluviaux particuliers, en général peu épais ; leur étude sortirait du cadre du présent article qui se rapporte essentiellement à des formations géologiques constituant le sous-sol.

Les *alios*, grès ferrugineux et humifères peuvent également être considérés comme limons éluviaux d'origine assez complexe d'ailleurs. Mais ils rentrent plutôt dans la catégorie générale des sols.

renferment ou ne renferment pas de silex ou cailloux, selon que la roche mère en renfermait ou n'en renfermait point. On les nomme *rougeon, rougeaut, rougel, argile rouge à silex, terre à briques, limon des plateaux, bief, bief à silex.*

Lehms. — En Alsace et dans la région rhénane on appelle *lehms* des terres argilo-sableuses collantes ; en Flandre des terres analogues se nomment *lims*. Le lehm d'Alsace est intimement lié au lœss ; aussi le mot lehm fut introduit dans le vocabulaire géologique en même temps que le mot lœss dont il sera question plus loin, pour désigner les limons issus de la décalcification de limons calcaires préexistants.

Les lehms non stratifiés se sont formés sur place et sont donc des limons éluviaux. Telles sont les variétés de limons que Ladrière nommait « *terre à briques* » ou « *limon supérieur* » et « *limon rouge fendillé* ». S'ils dérivent de limons lœssiques à grains de quartz fins et de calibre régulier, leur grain est également fin et régulier. Le lehm de Villejuif et Rungis, dérivé d'ergeron ou lœss typique, contient 91 à 99 o/o de grains de calibre inférieur à o mm. 2 parmi lesquels dominent les grains de o mm. o4 (Agafonoff et Malycheff).

Notons que le fendillement des lehms anciens fréquemment réalisé, est vraisemblablement postérieur, non seulement à l'accumulation du limon, mais encore à sa lehmification (c'est-à-dire à sa décalcification et à sa rubéfaction).

B) *Limons panachés.* — Les limons panachés, argilo-sableux, avec ou sans cailloux, résultent essentiellement de l'altération de roches non calcaires ou pauvres en calcaire. Ils sont moins uniformément bruns que les limons précédents, et fréquemment gris ou gris-verdâtre avec panachures rousses.

La panachure est due à un mélange imparfait des éléments très fins argileux et des éléments grossiers sableux, les uns et les autres se rubéfiant avec des vitesses inégales. Elle est d'autant plus intense que le limon est plus hétérogène.

Tels sont : les limons gris-roux très argileux dérivés de l'argile des Flandres yprésienne, les limons gris-fauve argilo-sableux dérivés de l'argile sableuse yprésienne supérieure des collines flamandes, les limons argileux gris-pâle et roux dérivés des meulières couronnant les collines et plateaux parisiens, les limons sablo-argileux ou argileux gris-verdâtre ou gris-roux dérivés de la gaize vraconnienne de l'Argonne ou du grès-tuffeau éocène du Nord de la France (roches à opale), les limons grossiers très sableux bariolés dérivés de couches argilo-sableuses éocènes des bassins flamand et parisien, les limons grossiers très sableux, roux, dérivés des sables et galets des prucques (cordons littoraux quaternaires) de Picardie.

C) *Agaizes.* — Le mot *agaize* ou *aguaize* (1), désigne communément dans les Ardennes, une formation limoneuse grossière, issue de l'altération de schistes très durs ou de quartzophyllades, et qui couvre en partie les plateaux paléozoïques du Massif Ardennais. Les agaizes sont en somme des limons panachés argileux avec esquilles de schistes et morceaux de quartzites dont les dimensions sont extrêmement variables. De semblables formations se rencontrent aussi dans les Vosges et en Armorique.

D) *Arènes.* — Les arènes sont en principe des roches sableuses grossières. Toutefois on réserve le plus habituellement ce nom au produit issu de la désagrégation sur place des roches cristallines : l'arène granitique est la plus commune en Bretagne ou dans les Vosges. La désagrégation s'effectue avec kaolinisation plus ou moins intense des feldspaths. L'arène granitique est en somme un limon panaché à grain très gros.

II. — Limons de ruissellement.

Certains limons doivent leur origine à l'action exclusive du ruissellement sur les pentes. Leurs éléments sont empruntés à des limons préexistants : limons éluviaux, limons de solifluction ou limons lœssiques (fig. 1, r), parfois à peine modifiés et simplement portés à une certaine distance de leurs points d'origine. Leurs éléments peuvent aussi être empruntés directement à des roches meubles et se retrouver, à peine altérés, dans le limon : grains de quartz, d'argile ou de glauconie, microfossiles, gros fossiles, silex, galets, poupées de lœss et concrétions diverses.

Les limons de ruissellement sont stratifiés, le plus souvent selon le mode torrentiel. Dans le fond des vallées ils passent parfois latéralement à de véritables alluvions d'inondation.

Comme les limons précédents ils sont de tous les âges et se forment encore sous nos yeux, lors de pluies violentes. Cependant ils sont surtout d'âge quaternaire et se sont constitués pour la plupart d'entre eux, au cours de phases climatiques plus humides que ne l'est la période actuelle (certaines phases interglaciaires ou postglaciaires par exemple).

On peut noter dans ces limons, des mélanges complexes des éléments des roches mères : comme à Saint-Aubin, près Etaples, où un limon sableux offre un mélange de granules de craie, de silex crétacés, de fragments de grès ferrugineux landéniens, de plaquettes ferrugineuses sparnaciennes, de galets avellanaires

(1) A ne pas confondre avec « *gaize* » qui désigne un grès argileux à ciment d'opale, particulièrement développé dans le crétacé de l'Argonne.

yprésiens, de galets de silex postpliocènes. Parfois aussi, ces limons simulent des inversions stratigraphiques : à Petit-Phare, près Wissant, un limon à éléments wealdiens dominants repose sur un limon à éléments albiens ; entre Guignicourt et Prouvais (Aisne), des limons à galets de silex et de craie reposent sur des limons à fragments de grès et tuffeau éocène. Notons que la superposition, fréquente en Picardie, en Thiérache et dans le Hainaut, de limons lœssiques à du limon argilo-sableux panaché constitue une sorte d'inversion des roches d'origine : à la base les limons panachés proviennent du démantèlement des collines éocènes, plus haut les ergerons ou lœss proviennent essentiellement du socle crayeux de ces collines en partie détruites par l'érosion.

Les limons de ruissellement sont fréquemment mélangés à des lits humiqués noirâtres dûs à des matières organiques entraînées et au remaniement de sols végétaux ; cette matière organique tend à grisir les limons roux par légère réduction des oxydes. S'il n'y a pas eu de produits organiques entraînés par le ruissellement, l'oxydation des limons délavés a été au contraire poussée au maximum et les panachures y sont alors très marquées (telles celles de certains limons déposés au pied de collines argilo-sableuses éocènes des environs de Douai).

Certaines *coulées argileuses* de la Flandre et les *coulées sableuses* dévalées des dunes, des collines sableuses, ou des pentes gréseuses des Vosges, constituent des variétés remarquables de limons de ruissellement. Il en est de même des *grèves crayeuses* des pays où la craie affleure au sol, notamment en Champagne, ou des *grèves calcaires* de certains côteaux jurassiques, qui sont des accumulations de petits galets de craie ou de calcaire, de quelques millimètres à quelques centimètres de diamètre, aptes à donner naissance à d'autres limons par altération.

III. — Limons de solifluction.

Au pied des pentes de certaines vallées se sont accumulées des coulées boueuses ou pierreuses qui ne peuvent s'expliquer par la seule action du ruissellement.

Dans les vallées crayeuses de Picardie, la boue crayeuse coulée puis durcie est nommée *presle* ainsi que l'a rapporté Commont. La presle prend parfois l'aspect d'une véritable craie reconstituée. Le plus souvent c'est un mélange plus ou moins complexe de craie et de cailloux.

On peut y observer aussi de véritables coulées d'argile à silex ou de cailloutis avec grosses pierres incluses répondant au « *head* » des géologues anglais ou *rubble drift* de Prestwich.

L'un des plus remarquables exemples de presle et de head mélangés est fourni par la coupe de Sangatte près de Calais (fig. 2) : au pied

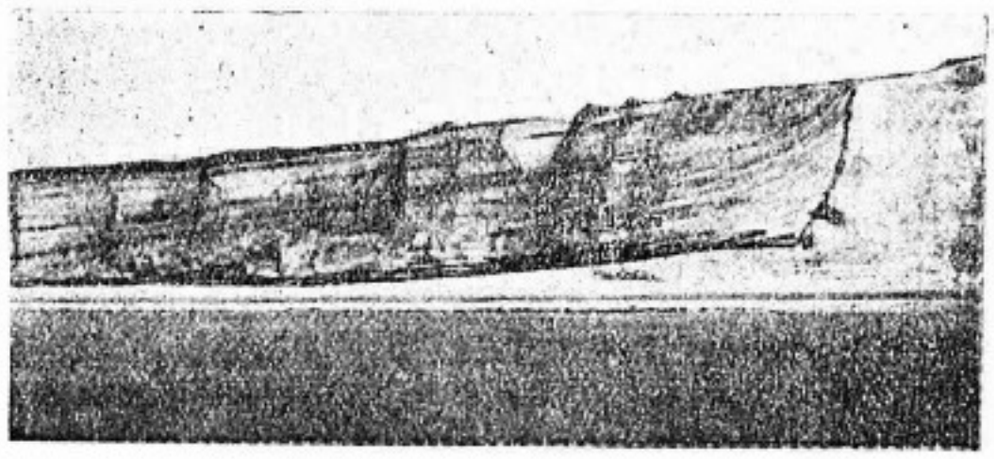


Fig. 2. — Falaise de Sangatte (près Calais), vue prise à marée basse. (Phot. G. Dubois).

Craie en place à droite. Puis trace d'une falaise morte, obliquement dirigée par rapport à la falaise actuelle ; suivie vers la gauche de presle ; presle et limons loessiques reposant sur des galets d'une ancienne plage suspendue et sur une plate-forme littorale ancienne constituée par la craie.

d'une falaise morte quaternaire, sur une plage suspendue de même âge, gît une formation de blocs crayeux, de presle avec cailloutis, de sable rubéfié, avec des pierres de gros calibre ; cette coulée épaisse de près de 30 m. est remaniée d'ailleurs à diverses reprises par des ruissellements locaux ; elle a livré des restes de Mammouth.

Des formations de *head* sont également connues en Normandie et en Bretagne. Elles comblent les vallées jusqu'à une grande hauteur.

Certains placages d'*agaize* de l'Ardenne résultent également de coulées très analogues à celles du *head*.

En Lorraine, les pentes et dépressions des plateaux calcaires sont plaquées de *grouine*, ensemble de blocs calcaires et d'argile ; Bleicher y a signalé des restes de Marmotte et de Mammouth.

Dans les Vosges, les anciennes vallées glaciaires en auge ont souvent leurs parois masquées par d'importants *éboulis pierreux* ou « *mers de pierre* » ou « *coulées pierreuses* » dont beaucoup sont stabilisés actuellement.

En somme on peut envisager toutes les formes de passage entre la coulée boueuse et la coulée pierreuse ; et ces coulées, lorsqu'elles sont bien caractéristiques, ne sont pas phénomènes contemporains. On ne peut concevoir leur formation que sous un climat plus rigoureux que le climat actuel, sous l'influence de gels et dégels successifs. C'est ce que la plupart des géologues qui ont décrit ces formations ont été amenés à conclure. Milon, Dangeard et Berthois ont donné récemment, en faveur de cette manière de voir, des arguments nouveaux qu'il serait trop long de reproduire ici.

Des coulées pierreuses et boueuses actuelles sont la conséquence de phénomènes de *solifluction* dans une contrée en état de *nivation*, c'est-à-dire soumise à des températures très froides, mais non recouverte de glaciers. Il s'y forme un sous-sol constamment gelé (1) nommé *taele* ou *tjäle* en Scandinavie, sur lequel la partie du sol susceptible de dégeler certains jours peut couler facilement le long des pentes, sous forme de boue plus ou moins liquide.

Les masses de presle ou coulées boueuses et les limons qui peuvent en être directement dérivés recouvrent fréquemment des terrasses marines ou fluviatiles que l'on est conduit à considérer comme interglaciaires ou interstadiaires, c'est-à-dire constituées entre deux glaciations, ou entre deux poussées d'une même glaciation. Ce qui tend à confirmer l'approximative contemporanéité de ces coulées boueuses avec les poussées glaciaires.

Il est certain que le gel ou le dégel des roches les rend particulièrement aptes, en les fragmentant, à subir ultérieurement l'altération éluviale ou l'entraînement par les eaux de ruissellement. Beaucoup des limons décrits plus haut comme limons éluviaux ou comme limons de ruissellement ont été préparés par la nivation quaternaire, et en particulier, par celle qui fut contemporaine de la dernière glaciation. C'est le cas, notamment, de certaines agaizes, arènes, grèves calcaires et crayeuses : leur épaisseur qui atteint parfois plusieurs mètres, ne peut s'expliquer en dehors de l'intervention des phénomènes de nivation. C'est la nivation contemporaine de la dernière glaciation qui a également *fendillé* des lehms préexistants.

IV. — Limons éoliens.

Le vent transporte fréquemment des poussières variées à des distances plus ou moins considérables ; il peut ainsi les accumuler sous forme de *limons éoliens*.

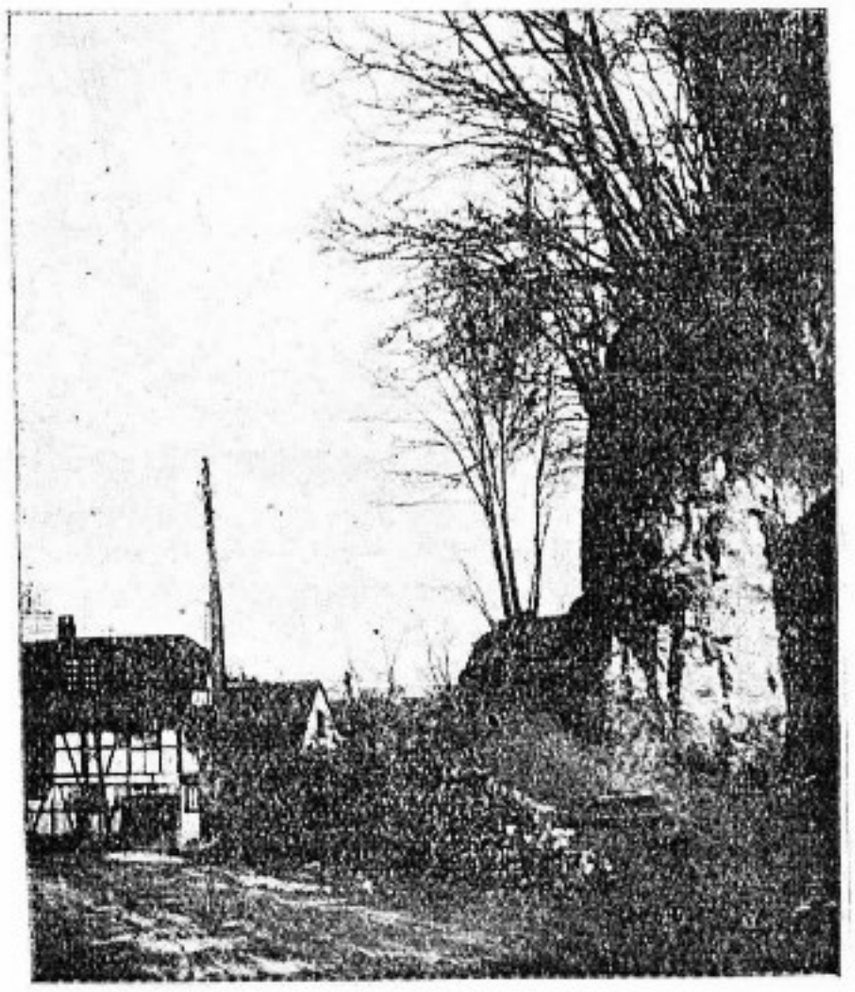
Le *sable des dunes* constitue le type le plus parfait des limons éoliens, bien qu'on ne lui attribue généralement pas cette dénomination.

En dehors des accumulations sableuses des dunes, il ne se forme guère, actuellement, en Europe occidentale, d'accumulation de limons purement éoliens ; les accumulations temporaires de poussières sont en effet rapidement entraînées par les pluies et contribuent donc à former des limons de ruissellement. Les limons de ruissellement des côteaux boulonnais et picards sont parfois très riches en sable apporté des estrans sableux par le vent. Les vases polderiennes et tangues des plaines maritimes sont souvent mélangées de sable d'origine éolienne ; en revanche les vieilles dunes fixées s'imprègnent de grains argilo-sableux fins, amenés des polders. Ici le vent n'intervient que comme agent accessoire de transport.

A côté de ces formations éoliennes peu épaisses ou très localisées, viennent se ranger les *læss* typiques dont je m'occuperai maintenant, dans un paragraphe spécial au complexe des limons lœssiques.

V. — Limons loessiques.

En Alsace on nomme vulgairement *læss* ou *löss*, des limons calcaires de couleur fauve clair ou jaunâtre, à la fois pulvérulents et cohérents, très tendres et doux au toucher, très fragiles au choc, et pourtant susceptibles de constituer des affleurements verticaux pérennes résistants aux agents atmosphériques et notamment à la pluie, même aux environs de Strasbourg où celle-ci est fréquente (fig. 3, 4 et 5).



(Photo G. Dubios)

Fig. 3. — Achenheim, village alsacien dans le loess. Sur la droite escarpement taillé dans le loess, Les arbres qui y sont plantés en indiquent l'ancienneté.

Ils contiennent des concrétions calcaires cloisonnées, nommées *poupées* (*lœsskindeln*, *lössmännchen*), parfois grosses comme une noisette, parfois plus grosses que le poing, parfois subsphériques ou subcylindriques. Ils sont souvent tachetés de grains noirs de wad (oxydes hydratés de manganèse). A l'inverse des autres

(1) En Sibérie ; la surface de la tjäle est de l'ordre de 3 millions de milles carrés. Son épaisseur est de 15 m. à 150 m.. (C. Nikitoroff. The perpetual frozen subsoil of Siberia. *Soil Science*, 1928, p. 61). En Scandinavie septentrionale la taele peut atteindre une grande épaisseur (Madsen).

limons ils sont parfois riches en fossiles : Escargots *Helix, Punctum*. Pupes *Pupa*, et Ambrettes *Succinea*. Ils sont stratifiés ou non stratifiés, et peuvent contenir des cailloux, des lits de sable grossier. Ils sont généralement poreux et absorbent avidement l'eau lorsqu'ils sont secs ; ils ont alors un certain degré de perméabilité qu'ils perdent ordinairement lorsqu'ils sont saturés d'eau. Ils sont souvent perforés de fins canalicules verticaux encroûtés de calcaire blanc.

Fig. 4. — Achenheim, village alsacien dans le loess. (Photo G. Dubois).
Sur la gauche, escarpement vertical de loess, très anciennement taillé.

Des roches analogues sont nommées *ergerons* en Hainaut et en Picardie, *fauvets* en Normandie. Ces dénominations populaires ont été introduites dans le vocabulaire scientifique.

Le mot *læss* eut une fortune singulière : Ami Boué, Cordier, Cuvier, Alex. Brongniart s'étaient préoccupés il y a plus de cent ans déjà d'ossements humains trouvés dans le læss à Lahr (Bade) (1). Mais c'est surtout depuis 1834, date de l'Excursion de la Société Géologique de France à Strasbourg que le terme est employé couramment par les géologues. A cette époque ils confondaient d'ailleurs fréquemment *læss* et *lehm*. Vers 1838-1840, Boubée, Leymerie, de Roys, d'Archiac, Collomb, Braun discutaient des caractères du *læss* (ou *leuss*) et de sa faune. En 1850-1860, A. Daubrée, notamment dans sa *Description géologique du Bas-Rhin*, et Ch. Lyell, dans son *Antiquity of man*, ont définitivement contribué à faire connaître le læss d'Alsace et de la région rhénane et à propager l'emploi du mot sous la forme *læss*. En général, le læss était considéré comme une alluvion fine d'inondation.

A la suite de l'étude fondamentale de F. von Richthofen sur la *terre jaune* de Chine (*huang-tou*), roche parfois voisine du læss d'Alsace (Communications de 1870-1873 et Chapitre II de *China*, 1877), beaucoup de géologues ont admis sans conteste l'origine exclusivement éolienne du læss et en ont fait le type par excellence du limon éolien.

L'*ergeron* a été décrit en 1868 par Cornet, Briart et Houzeau de Lehaie. Dans ses études de 1879 à 1890, Ladrière donne à ce terme une signification stratigraphique : c'est pour lui la couche inférieure de son « assise supérieure » du quaternaire.

Le *fauvet* a été décrit notamment par A. Bigot, L. Guillaume. Ce mot a gardé sensiblement sa signification générale et peut convenir pour désigner sans autre précision tous les limons calcaires de couleur claire et à grain plus ou moins fin, parmi lesquels les læss et les ergerons.

Le terme *limons lœssiques* est en tous cas très commode pour désigner les complexes limoneux dans lesquels dominent des limons calcaires à grain fin, mais qui comprennent également des lits de limons argileux ou sableux, voire de graviers, ainsi que des lits rubéfiés. De tels limons ont des origines très variées : solifluction, ruissellement, transport éolien, altération sur place, ont joué tour à tour dans la formation de ces complexes.

Læss typique. — Le *læss typique* des géologues répond aux caractères généraux du læss alsacien, décrits plus haut, avec la réserve qu'il doit être *sans impureté*, c'est-à-dire sans gravier, sable grossier ou argile, et *sans stratification*. Ainsi considéré, le læss contient 10 o/o à 30 o/o de carbonate de chaux, avec, fréquemment un peu de carbonate de magnésie. Au point de vue minéralogique, il se montre alors essentiellement formé de petits grains de quartz anguleux de 0 mm. 01 à 0 mm. 05 de diamètre, avec un maximum de 2 o/o de grains dont le diamètre dépasse 0 mm. 20 et, pratiquement, pas de grains plus gros que 1 mm. 50 ; aux grains de quartz sont mélangés des petits cristaux et des petits grains cristallins de calcite, ainsi qu'un peu d'argile colloïdale ferrugineuse. La calcite et l'argile contribuent à constituer une sorte de ciment agglomérant entre eux les grains de quartz : quartz et calcite constituent parfois de petits glomérules de 0 mm. 2 à 3 mm. Les minéraux lourds et autres sont généralement présents, en faible proportion.

L'*ergeron* ou « *læss récent* » de Picardie, de

(1) Cuvier, puis Brongniart affirmèrent qu'il s'agissait d'une sépulture contrairement à l'opinion de Boué et de Cordier. Les ossements furent négligés et perdus par la suite (Lyell, *Antiquity of man*).

Thiérache, des environs de Paris est fréquemment un lœss typique. Dans l'ergeron parisien L. Gayeux, V. Agafonoff et V. Malycheff ont signalé des Foraminifères remaniés des terrains crétacés. L. Cayeux a montré qu'une partie au moins des éléments de cet ergeron provient de la craie affleurant en bordure du bassin parisien, le transport, au moins partiel, de ces éléments par la voie éolienne étant le plus vraisemblable.

En général les lœss typiques du Nord de la

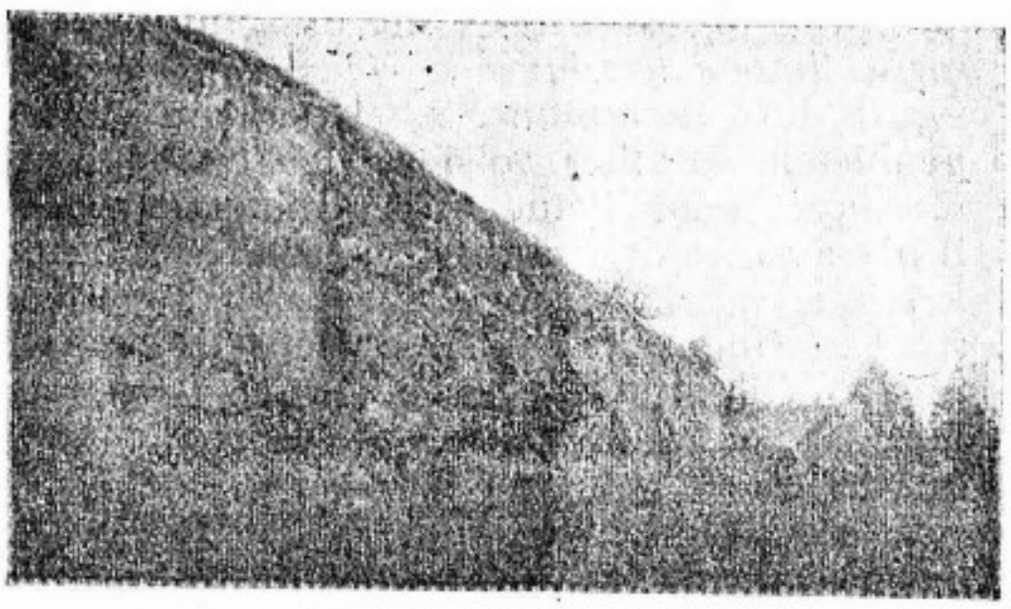


Fig. 5. — Le même escarpement de loess que celui de la fig. 4, à Achenheim.

(Photo G. Dubois).

C'est la paroi d'une ancienne exploitation de terre briquetière, abandonnée depuis de nombreuses années.

France, abstraction faite des lœss alsaciens, sont d'ailleurs situés en pays crayeux ou en bordure des pays crayeux : en Picardie, en Thiérache, dans le Hainaut. Il est donc manifeste que la craie a largement contribué à alimenter les lœss du Nord de la France : elle a fourni la calcite et sans doute aussi une partie des fins grains de quartz.

Origine locale de certains éléments des lœss et limons lœssiques. — Très fréquemment les lœss typiques ont pour équivalents stratigraphiques des formations lœssiques plus ou moins impures, dont les impuretés sont particulièrement intéressantes à examiner.

En pays crayeux, l'ergeron contient souvent des granules ou petits galets de craie venus d'un voisinage très immédiat. En Alsace, au pied des Vosges gréseuses, le lœss se charge de sable grossier provenant du grès des Vosges. Au contraire, au pied des Vosges granitiques (à Orschwiller par exemple), il se charge d'éléments empruntés à une arène granitique.

Les limons lœssiques ont donc fréquemment une origine partiellement ou entièrement locale. La coupe de la falaise de Sangatte et certaines coupes des terrasses de la Somme le démontrent d'ailleurs : une masse de presle, produit de solifluction, passe peu à peu à des limons lœssiques de moins en moins calcaires et de plus en plus voisins du lœss typique au fur et à mesure de son éloignement de la masse de presle (fig. 2).

Origine lointaine de certains éléments des lœss et limons lœssiques. — Nous avons vu déjà plus haut l'origine assez lointaine du lœss typique des environs de Paris : ses éléments proviennent de la craie blanche qui, aux environs mêmes de Paris, ne constitue que de minimes affleurements.

Les limons lœssiques de Bretagne ne peuvent être exclusivement issus de la désagrégation de leur socle immédiat : certes on y reconnaît des éléments de ce socle ; mais celui-ci n'a pu fournir le calcaire, au moins en quantité suffisante. J'émets l'hypothèse que ce calcaire, d'origine nécessairement plus ou moins lointaine, provient de dépôts éocènes ou mieux crétacés (dont L. Dangeard a d'ailleurs démontré l'existence), actuellement submergés dans la Manche, mais émergés lors de la dernière glaciation.

En Alsace l'origine de l'élément calcaire du lœss peut être recherchée dans les calcaires et marnes oligocènes formant le soubassement des limons, dans les calcaires du Jura, dans les calcaires triasiques moyen ou jurassique du Plateau Lorrain, ou dans la craie de Champagne ou du S.-E. du bassin parisien.

Formation du lœss typique récent. — En somme le lœss typique est un dépôt non stratifié de fine poussière quartzeuse et calcaire, apporté par le vent.

Cela suppose un régime généralement sec, différent du climat actuel de la France du Nord ; se rapprochant de celui des steppes de l'Eurasie centrale.

La faune des *ergerons* ou *lœss récents* confirme cette manière de voir : outre les Gastéropodes déjà signalés, on trouve parfois vers la base des Mammifères de tundra (Mammouth, Rhinocéros tichorhine, Renne, Renard polaire, Lemmings) et de steppe (Cheval, Bison, Citelle, Putois des steppes). Les fins canalicules sont les moulages d'organes de végétaux herbacés.

Toutefois l'emprunt des matériaux du lœss ne s'est pas fait directement aux roches mères, mais indirectement (comme on le voit en Picardie et à Sangatte) à des presles ou produits de solifluction analogues.

Les phénomènes de nivation, contemporains des phénomènes de la glaciation, mais qui se sont déroulés dans les régions non recouvertes par les glaciers, sont donc à l'origine du lœss : le transport éolien a suivi immédiatement la solifluction. A une tundra soumise à l'action du gel et du dégel a succédé une steppe dans laquelle le vent a trié les éléments les plus fins des presles, des arènes, des agaizes, et les a accumulés sous forme de lœss.

Dans le Nord de la France, partout où les relations stratigraphiques des ergerons ou lœss récents ont été établies, on est amené à associer ceux-ci à la dernière glaciation. On a pu distinguer en de nombreux points trois lits successifs de lœss récents correspondant vraisemblablement à des poussées ou récurrences de la glaciation. Les restes d'industries humaines qu'on y a reconnus appartiennent au Moustérien et à l'Aurignacien.

Formation des limons lœssiques récents non typiques. — Il n'existe pas que des lœss typiquement éoliens parmi les limons lœssiques récents ou ergerons. On a vu déjà que très fréquemment, des minéraux relativement grossiers, d'origine souvent très immédiate, peuvent se mélanger aux poussières du lœss. On connaît tous les passages entre les ergerons fins non stratifiés (lœss typiques éoliens), les ergerons fins stratifiés, les ergerons avec intercalations de graviers ou de sables grossiers, de lits lehmifiés ou de lits de presle. Cela est dû à l'action de pluies plus ou moins locales et in-

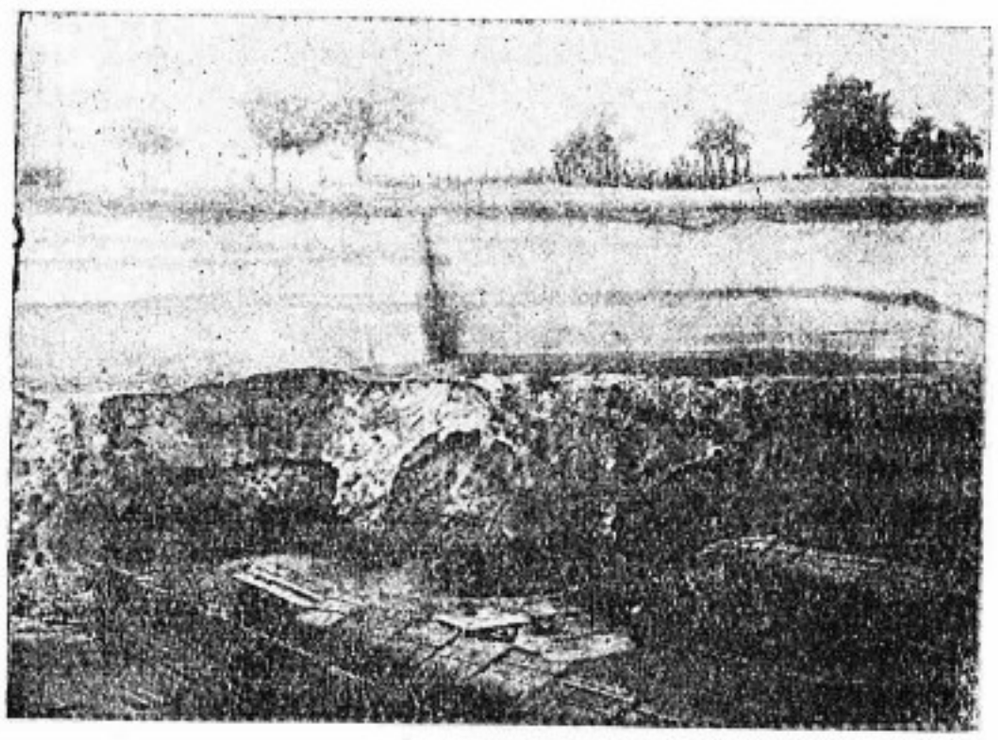


Fig. 6. — Carrière de la Briqueterie Hurst à Achenheim. (Photo Gachot).

Front de taille entièrement dans les limons loessiques anciens, (approximativement moitié inférieure de teinte sombre) et récents (moitié supérieure de teinte claire.)

termittentes et sans doute aussi à des alternatives de gel et de dégel humide, ayant interrompu la période froide et sèche (mais non arctique) qui convient à la formation du lœss typiquement éolien.

Ainsi l'ergeron stratigraphiquement envisagé, c'est-à-dire l'ensemble des limons lœssiques récents, constitue un complexe dont la formation est dû à des facteurs multiples parmi lesquels le facteur éolien est certes très important à considérer, mais n'est pas toujours dominant.

Formation des limons lœssiques anciens. — Tandis que J. Ladrière séparait et classait (1879-1890), les différents limons de Picardie, de Thiérache, du Hainaut et des environs de Lille dans son « *Quaternaire supérieur* » et dans son « *Quaternaire moyen* », E. Schumacher montrait (1882-1890) que les masses de lœss de la vallée du Rhin ne constituent pas un dépôt uniforme (fig. 6), mais se groupent en deux grandes séries dont les caractères distinctifs furent fournis par de nombreux travaux ultérieurs. V. Commont sépara également dans la vallée de la Somme (1906-1914) les lœss anciens = (limons moyens de Ladrière) des lœss récents = (limons supérieurs de Ladrière).

En réalité, ces « lœss anciens », plus exactement *limons lœssiques anciens*, ont rarement figure de lœss typique. A Achenheim et Hangenbieten, localités voisines de Strasbourg, et classiques pour l'étude des limons lœssiques, il n'y a guère de lœss typique parmi les limons lœssiques anciens, qu'à leur partie supérieure (1) Les limons lœssiques anciens comportent plus de lits stratifiés que les limons lœssiques récents, et leur teneur en fine poussière quartzeuse est généralement moins élevée que celle des limons lœssiques récents. Souvent en effet, bien que fortement calcaires ils sont mélangés de particules argileuses en quantité fort appréciable, ou bien au contraire de sable plus ou moins grossier. Certains limons lœssiques anciens peuvent, abstraction faite de leurs poupées, être totalement dépourvus de calcaire (ceci en dehors de tout phénomène de lehmification proprement dit) : tel le limon doux à points noirs (dénomination de Ladrière) des environs de Paris, étudié par Agafonoff et Malycheff. Mais ils peuvent également être riches en calcaire et provenir du remaniement de masses de presle, ainsi que Commont l'a montré en Picardie. Les limons lœssiques calcaires anciens quelle que soit d'ailleurs leur origine, contiennent en général des poupées plus volumineuses que celles des ergerons ou lœss récents, parce que les premières ont été nourries plus longtemps. De même leur taches de wad sont plus nombreuses que celles du lœss récent.

Tandis que les ergerons ou limons lœssiques récents sont susceptibles de recouvrir toutes les terrasses et pentes des vallées du Nord de la France (à l'exception de la plaine alluviale actuelle), les limons lœssiques anciens n'existent que sur les terrasses moyennes (habituellement cachés par des lœss récents (fig. 1). Cela signifie qu'ils sont antérieurs à la formation de la basse terrasse qu'ils ne recouvrent pas.

La faune des limons lœssiques anciens est connue surtout grâce aux travaux de V. Commont en Picardie, et de P. Wernert en Alsace. Dans l'ensemble, elle n'offre pas nettement le

(1) La zone la plus voisine de la surface de ce lœss typique étant d'ailleurs lehmifiée sous forme de limon rouge fendillé.

caractère de steppe froide si typique de celle des ergerons. A Achenheim - Hangenbieten, P. Wernert y a établi la succession faunique suivante :

1°) Faune de tundra-forêt subarctique (Ours, Loup, Renne), dans un limon lœssique sableux (vers la base) ;

2°) Faune de forêt tempérée ou de steppe chaude (Cheval germanique, Blaireau, Cerf, Elephant antique, Rhinocéros de Merck, Lion, Bison, Sanglier, Marmotte, Castor), dans plusieurs lits de limons lœssiques atypiques ;

3°) Faune de steppe froide (Mammouth, Rhinocéros tichorhine, Citelle), dans un lœss typique (ou dans son lehm).

Ainsi qu'il a déjà été signalé, les lehms de la partie supérieure des limons anciens sont souvent fendillés et ce fendillement semble être dû à l'action du froid de la dernière glaciation.

Les limons lœssiques anciens ont livré des restes archéologiques rares qu'on peut rapporter en général à l'Acheuléen plus ou moins typique, parfois au Moustérien.

En résumé la masse de limons lœssiques anciens constitue un complexe beaucoup plus hétérogène encore que celle des limons lœssiques récents. Elle s'est constituée à des époques variées, antérieurement à la dernière glaciation toutefois. Elle s'oppose ainsi à une grande partie des limons lœssiques récents, des presles, des agaizes et des arènes dont la formation est contemporaine de la dernière glaciation ou immédiatement postérieure à celle-ci.

LA MARINE MARCHANDE D'APRÈS-GUERRE
LES NAVIRES A PROPULSION ÉLECTRIQUE[1]

par Louis BASSO
Ingénieur civil des Constructions navales

L'utilisation de l'électricité à la propulsion des navires n'est entrée encore dans la voie de la réalisation pratique que par un nombre d'applications limité, et il s'en faut que des éléments bien nets d'appréciation surgissent de cette expérience de peu d'années. Les résultats obtenus à ce jour n'en laissent pas moins entrevoir des virtualités fort suggestives, et il ne serait plus admissible désormais de traiter en simple curiosité un problème qui, de toute évidence, intéresse d'aussi près le plus proche avenir de l'industrie navale.

La présente étude aura pour but de préciser, aussi succinctement que possible, l'état actuel de la question et de montrer dans quelles conditions particulières celle-ci se pose dans les faits. Cette mise au point présentera peut-être, en outre, l'avantage subsidiaire d'attirer l'attention sur quelques circonstances, très générales et très significatives, qui sont particulièrement caractéristiques de l'évolution la plus récente de la navigation maritime.

La propulsion électrique n'a, pour ainsi dire, pas encore d'histoire. Comme il arrive toujours en matière de technique industrielle, la phase de réalisation proprement dite a été précédée de tentatives, instructives et révélatrices, mais demeurées par la force des choses sans lendemain immédiat. Je n'en retiendrai ici qu'une seule, qui remonte à 1922 et qui est peut-être bien la première ébauche d'une application vraiment pratique, conçue en vue d'un service commercial régulier.

Il s'agissait de deux navires de notre compagnie des *Transports maritimes*, desservant la ligne de Marseille à l'Amérique du Sud. Ces bâtiments effectuaient leur voyage d'aller comme transporteurs d'émigrants, à l'allure d'environ 13 nœuds, pour revenir à une dizaine de nœuds, en cargos simples.

Ce programme d'exploitation à régime double, montre du moins que le problème de la propulsion électrique se trouvait dès alors très exactement posé, sur l'une de ses bases les plus caractéristiques. Mais la conception était encore trop théorique et les difficultés à résoudre trop complexes : un vaste travail d'élaboration et de mise au point expérimentales restait à entreprendre, qui exigeait à la fois le concours de techniciens avertis et de moyens financiers largement assurés.

(1) Cet article est le deuxième d'une série d'études sur « La marine marchande d'après guerre ».

Le premier a paru dans le n° du 10 janvier 1931, (Les Navires à moteur Diesel).

Le troisième paraîtra prochainement sous le titre « La marine marchande d'après guerre : les vapeurs ».

La réalisation de ce programme fut, au cours des années qui suivirent, pour la plus grande partie l'œuvre des ingénieurs de la marine des Etats-Unis. Favorisé par la situation technique et financière d'une industrie électrique parvenue dans ce pays à un degré de puissance incomparable, le succès couronna très vite un effort qui développait, d'ailleurs, quelques-unes des tendances les plus représentatives de l'orientation technique américaine. La propulsion électrique fut dès lors adoptée pour la plupart des grandes unités de la flotte militaire.

L'extension à la marine marchande commença d'abord par l'équipement de petits bâtiments, en particulier de remorqueurs en service dans les ports ou sur les grands cours d'eau. Dans cet emploi particulier, la conduite électrique réalisait l'avantage de réunir sous la main du pilote toutes les commandes, le navire pouvant être dirigé et manœuvré par un seul homme, à la façon d'un tramway.

La première application à un grand navire de commerce fut celle du paquebot *California*, de 32.800 tonnes de déplacement, mis en service en janvier 1928 sur la ligne New-York-Panama-San-Francisco de l'*International Mercantile Marine Cy*. La puissance motrice de ce bâtiment atteint 17.000 C.V. et sa vitesse de route est de 18 nœuds.

La même Compagnie recevait par la suite livraison de deux autres unités identiques à la précédente, la première à la fin de 1928 et la seconde dans le courant de l'année suivante.

C'est encore à la fin de 1928 que l'*Atlantic Refining C°* de Philadelphie inaugurait le grand pétrolier *Brunswick*, de 13.000 tonnes de portée en lourd.

A la même époque, deux autres compagnies américaines, *Ward Line* et *Grace Line*, faisaient mettre en chantier trois paquebots électriques, destinés aux lignes de New-York aux Antilles et à l'Amérique du Sud.

La grande compagnie anglaise *Peninsular and Oriental* prenait à son tour livraison, au début de 1929, du paquebot *Viceroy of India*, pour sa ligne des Indes.

Il serait superflu d'énumérer les diverses commandes qui se sont succédées par la suite : elles comprennent des bâtiments des catégories les plus courantes : paquebots, cargos, pétroliers, en laissant de côté les petites unités employées dans les ports ou sur les fleuves, telles que remorqueurs, ferry-boats, yachts, dragues et bateaux-pompes.

Le mouvement se trouve encore toutefois localisé, soit à l'Amérique, pays des premières réalisations, soit à l'Angleterre, entrée très résolument elle-même dans les vues en faveur outre-Atlantique et dont les chantiers ont construit, d'ailleurs, il convient de le remarquer, plusieurs des plus remarquables unités en service sur les lignes américaines.

On se rend suffisamment compte, néanmoins, que le problème de la propulsion électrique, pour devoir demeurer peut-être, pour quelque temps encore, un souci réservé aux armements puissants et riches, n'en sollicite pas moins l'attention de tous ceux qui portent quelque intérêt à l'évolution des constructions navales.

***

Le moteur électrique ne se substitue pas, purement et simplement, à un autre type de machine, comme peut le faire le Diesel à la machine à vapeur.

L'emploi de batteries d'accumulateurs, en vue de fournir au moteur l'énergie nécessaire, ne peut être envisagé que pour des applications restreintes, à durée de fonctionnement limité, ce fonctionnement alternant ou non avec celui d'un autre mode de propulsion (ainsi le Diesel pour les sous-marins).

Dans le cas très général que je considère ici, le moteur électrique qui actionne l'hélice doit être alimenté par le courant que fourniront soit des dynamos, soit des alternateurs, fonctionnant eux-mêmes d'une manière ininterrompue.

Ces dynamos ou ces alternateurs seront conduits soit par des moteurs à combustion interne, soit par des turbines à vapeur.

En sorte que l'appareillage électrique ne fait que se superposer à la machinerie habituelle, celle-ci devant développer en définitive la même puissance motrice que dans le cas où elle conduirait directement le propulseur, et même pour mieux dire cette puissance suffisamment majorée pour compenser la perte d'énergie résultant de la transmission.

A priori, la conduite électrique comporte donc un accroissement du coût initial, sans aucune réduction de la consommation de combustible. Quel peut être son intérêt?

Il serait impossible de la comprendre, si l'on n'avait présentes à l'esprit certaines considérations de principe, qui sont relatives à la conception même des navires modernes et que l'on peut grouper sous deux chefs principaux.

On remarquera, en premier lieu, que le succès remporté par la propulsion électrique dans la marine militaire américaine, doit être avant tout attribué aux qualités de facilité de conduite et de souplesse de fonctionnement, que ce système assure à des navires dont l'utilisation normale comporte des manœuvres continuelles et des changements répétés d'allure de marche.

Or, la seconde au moins de ces éventualités est tout aussi caractéristique de l'exploitation de certains services de la marine marchande.

Jusqu'à une époque relativement récente, les appareils moteurs des navires de commerce étaient établis, d'une façon très générale, en vue de réaliser une vitesse de route sensiblement constante et toujours, à peu de chose près, la même. Cette allure correspondait à la puissance normale de la machine, qui réalisait dans ces conditions bien spécifiées son maximum de rendement économique. On se souciait peu que le rendement fût moins satisfaisant aux vitesses réduites, ces dernières ne devant être usitées que dans des circonstances relativement exceptionnelles et en tout cas pour de très faibles puissances.

Aujourd'hui, avec l'intensification du trafic et la tendance à la différenciation de l'instrument de transport qui en est la conséquence, avec le relèvement général de la vitesse et l'importance acquise plus spécialement par les services à marche accélérée, les armateurs ont compris l'intérêt que présente, pour un même navire, la possibilité de naviguer à des allures assez notablement différentes, tout en conservant pour chacune d'elles un rendement satisfaisant.

Un avantage de cette nature ne pouvait échapper aux compagnies américaines, particulièrement bien placées pour en apprécier l'opportunité et l'importance. Le grand cargo rapide qui amène à New-York les fruits des Antilles, doit regagner ensuite La Havane avec un chargement quelconque, ou même sur lest, à une vitesse nécessairement réduite. L'exploitation des grands frigorifiques implique des circonstances très analogues ; de même pour les pétroliers.

La même considération atteint d'ailleurs, en quelque manière, la plupart des genres de transport et elle s'impose pour l'ensemble de la navigation mondiale.

Le tableau de marche d'un paquebot peut normalement comporter des allures assez distinctes, entre les différents points d'escale. Il arrive d'ailleurs couramment que les compagnies affectent momentanément telle de leurs unités à une croisière de tourisme, qui s'effectue à des vitesses variables.

Il peut arriver encore que l'armateur ait intérêt à pouvoir disposer d'une vitesse maxima assez notablement supérieure à la vitesse normale en service, sans que le rendement correspondant à cette dernière soit en quoi que ce soit sacrifié. Dans un service, par exemple, où la plus grande régularité importe, cet accroissement éventuel de la puissance motrice devra permettre, soit de conserver l'allure normale en cas de mauvais temps, soit de rattraper un retard occasionnel en respectant l'horaire général annoncé.

La même faculté pourrait encore faciliter à l'armateur l'obtention de la subvention allouée au titre de croiseur auxiliaire.

Avec les types usuels de machines, le seul moyen pratique pour conserver un rendement satisfaisant, sinon constant, à des allures variables, consiste à fractionner l'appareil moteur en deux ou plusieurs groupes indépendants, la vitesse réduite étant obtenue, par exemple, par la mise en marche d'un seul groupe fonctionnant à pleine charge. Or, de toutes les combinaisons expérimentées, les plus avantageuses, celles qui permettent de réaliser le fractionnement de la façon la plus rationnelle, sont incontestablement celles qui sont basées sur l'emploi de l'électricité comme force motrice.

Mais, à la considération des changements d'allure, déjà fort importante par elle-même, vient s'ajouter celle d'un autre genre d'éventualité, tout aussi caractéristique des nécessités actuelles de la navigation. C'est le développement, toujours plus accentué, pour la plupart des catégories de navires, de la machinerie auxiliaire, dont la puissance arrive à atteindre, par rapport à la puissance employée à la propulsion, une proportion qui peut surprendre à première vue.

Sur tel paquebot, équipé de moteurs Diesel, la puissance développée pour le fonctionnement de l'ensemble des auxiliaires s'élève à 6.600 C.V., ce qui représente, par rapport à la puissance totale, de 25.000 C.V., un taux de 26 %. On sait, en effet, que l'emploi du moteur à combustion interne implique la nécessité d'auxiliaires importants : il arrive, par exemple, que la seule conduite des turbo-soufflantes absorbe la puissance de deux ou trois générateurs électriques.

Au surplus, le développement des auxiliaires concerne pareillement tous les services du pont et des passagers : même sur un navire à turbines, la proportion des puissances atteint toujours un chiffre élevé.

Pour certaines catégories de cargos à destination spéciale, tels que transporteurs de fruits ou de viandes frigorifiées, la puissance des auxiliaires représente facilement l'ordre de 20 % de la puissance totale. Il en va de même pour les pétroliers : sur l'un de ces navires, mû par des Diesel, la puissance totale de 2.930 C.V. se répartit ainsi : 1.850 C.V. pour la propulsion et 1.080 pour les autres services, soit pour les auxiliaires, 58 % de la puissance motrice sur les arbres.

Ici encore l'électricité, qui offre d'ailleurs par elle-même les plus grands avantages pour la conduite des appareils auxiliaires, est le seul mode d'énergie qui permette de réaliser la centralisation intégrale de la force motrice. Il apparaît tout à fait conforme aux principes de standardisation et de rationalisation qui domi-

nent l'évolution des industries modernes, d'envisager l'installation sur chaque navire d'une centrale électrique, fournissant le courant à tous les moteurs du bord, à ceux qui actionnent les hélices comme à celui qui met en mouvement le pétrin de la boulangerie.

Les deux ordres de considération qui précèdent se combinent d'ailleurs dans la pratique courante : la puissance absorbée par les auxiliaires peut elle-même varier notablement, selon les circonstances du service. Le cargo à fruits qui effectue sur lest son voyage de retour, ne se borne pas à réduire son allure, il n'utilise pas non plus ses appareils frigorifiques.

Enfin, d'autres avantages, qui ne sont nullement négligeables, peuvent résulter encore de l'utilisation de l'électricité. Pour un paquebot en particulier, la centralisation de la force motrice permet de réduire l'encombrement d'ensemble des divers groupes d'appareils et, par des dispositions plus judicieuses, de libérer des emplacements notables qui peuvent être affectés au service général ou, mieux encore, aux aménagements pour les passagers.

D'autre part, la propulsion électrique apporte une qualité capitale du point de vue de l'habitabilité et du confort : l'absence à peu près totale de vibrations et de trépidations. Or, pour des services de luxe, les avantages de cette nature en viennent à primer une légère infériorité provenant d'un supplément de consommation de combustible ou d'une élévation du coût initial de l'installation.

*
* *

La plupart des applications réalisées jusqu'à ce jour utilisent la combinaison turbo-électrique. C'est la solution qui convient en particulier aux paquebots, aussi bien en raison des fortes puissances qui doivent être développées, que de la nécessité de réduire au minimum l'inconvénient majeur des trépidations.

Comme dans une station terrestre, les turbines fonctionnent à l'allure de rotation qui correspond à leur rendement le plus élevé. Elles conduisent des alternateurs, dont l'installation est plus économique que celle des générateurs à courant continu.

La solution Diesel-électrique n'a pas encore été appliquée à la propulsion des paquebots; on ne la rencontre guère que sur quelques pétroliers et navires de charge tels que frigorifiques ou encore transporteurs de ciment. Les bâtiments de ces types se caractérisent par la double circonstance d'une puissance motrice relativement faible, de l'ordre de 2.000 à 3.000 C.V. (au lieu de 6.000 à 20.000 dans le cas des paquebots turbo-électriques) et, en même temps, d'une proportion élevée de la puissance des auxiliaires, qui atteint pour le moins de 15 à 20 % de la puissance globale.

Je décrirai successivement deux installations particulièrement caractéristiques, choisies l'une et l'autre de façon à mettre en évidence les éléments distinctifs de chacune des deux combinaisons.

Ce sera d'abord celle du paquebot *Viceroy of India de la P. & O.*, en service depuis fin mars 1929 sur la ligne Londres-Bombay. Ce beau navire (fig. 1), mesure 186 mètres de longueur et déplace environ 25.000 tonnes ; sa

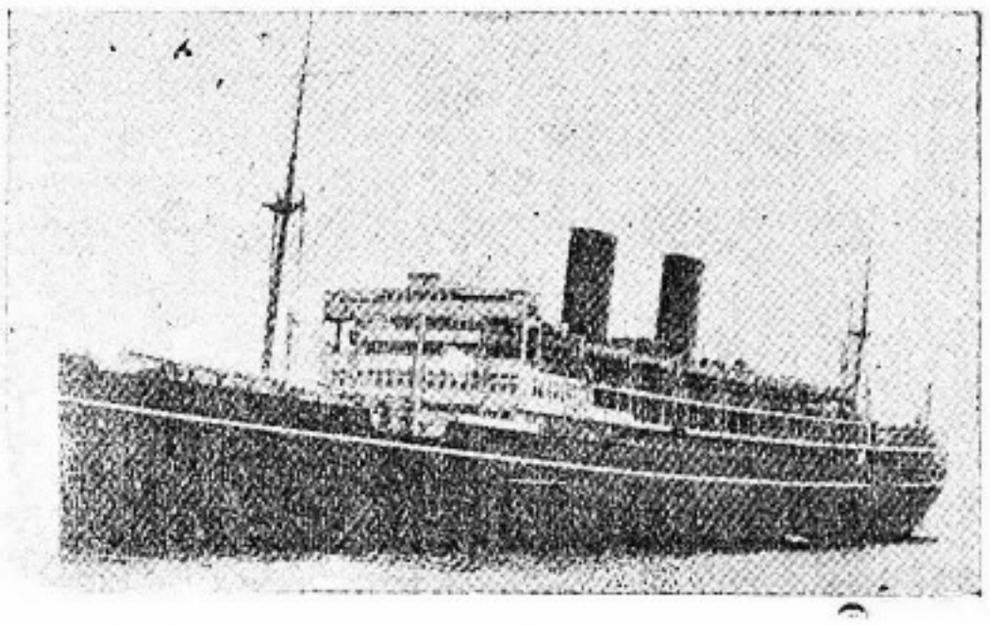


Fig. 1 — Le *Viceroy of India*, paquebot de la P et O, à propulsion turbo-électrique.

jauge brute est de 19.700 tonneaux. Il transporte 673 passagers de cabine (1re et 2e classes).

Il est intéressant de noter de suite que l'exploitation normale de la ligne en question comporte précisément des changements d'allure assez sensibles. La première phase du voyage s'effectue à une vitesse modérée, dont la moyenne s'établit entre 15 et 15 nœuds 5 de Londres à Gibraltar et de 14 à 14 nœuds 5 de Gibraltar à Marseille. La vitesse est ensuite portée à 18 nœuds et même par moments légèrement au delà, jusqu'à Aden (par Malte, Port-Saïd, Suez) ; enfin l'étape Aden-Bombay s'achève à 16 nœuds.

On remarquera encore que, sur le navire considéré, la puissance absorbée par les auxiliaires se chiffre à 8 % de la puissance totale au régime de pleine allure, pour atteindre la proportion de 11 à 12 % aux allures réduites.

L'installation de force motrice comporte d'abord un groupe principal qui est destiné à alimenter exclusivement les moteurs de propulsion. Ce groupe comprend deux alternateurs, dont chacun peut donner une puissance de 9.000 kilowatts, sous une tension de 2.720 volts.

Chacun de ces alternateurs est actionné par une turbine à 18 étages, tournant à 2.690 tours. La figure 2 donne le plan schématique du compartiment des machines principales ;

les turbines et alternateurs de propulsion y sont représentés respectivement en A et en B.

La vapeur est fournie aux deux turbines A par trois groupes de chaudières à tubes d'eau, fonctionnant à 26 kg. 4, avec surchauffe à 370°.

Un second groupe générateur est destiné à l'alimentation des appareils auxiliaires. Ce groupe, situé dans un compartiment distinct, comprend quatre dynamos de 500 kw. chacune, débitant du courant continu à 220 volts. Chaque dynamo est actionnée par une turbine tournant à 8.000 tours, cette vitesse étant réduite par un train d'engrenages à 670 tours.

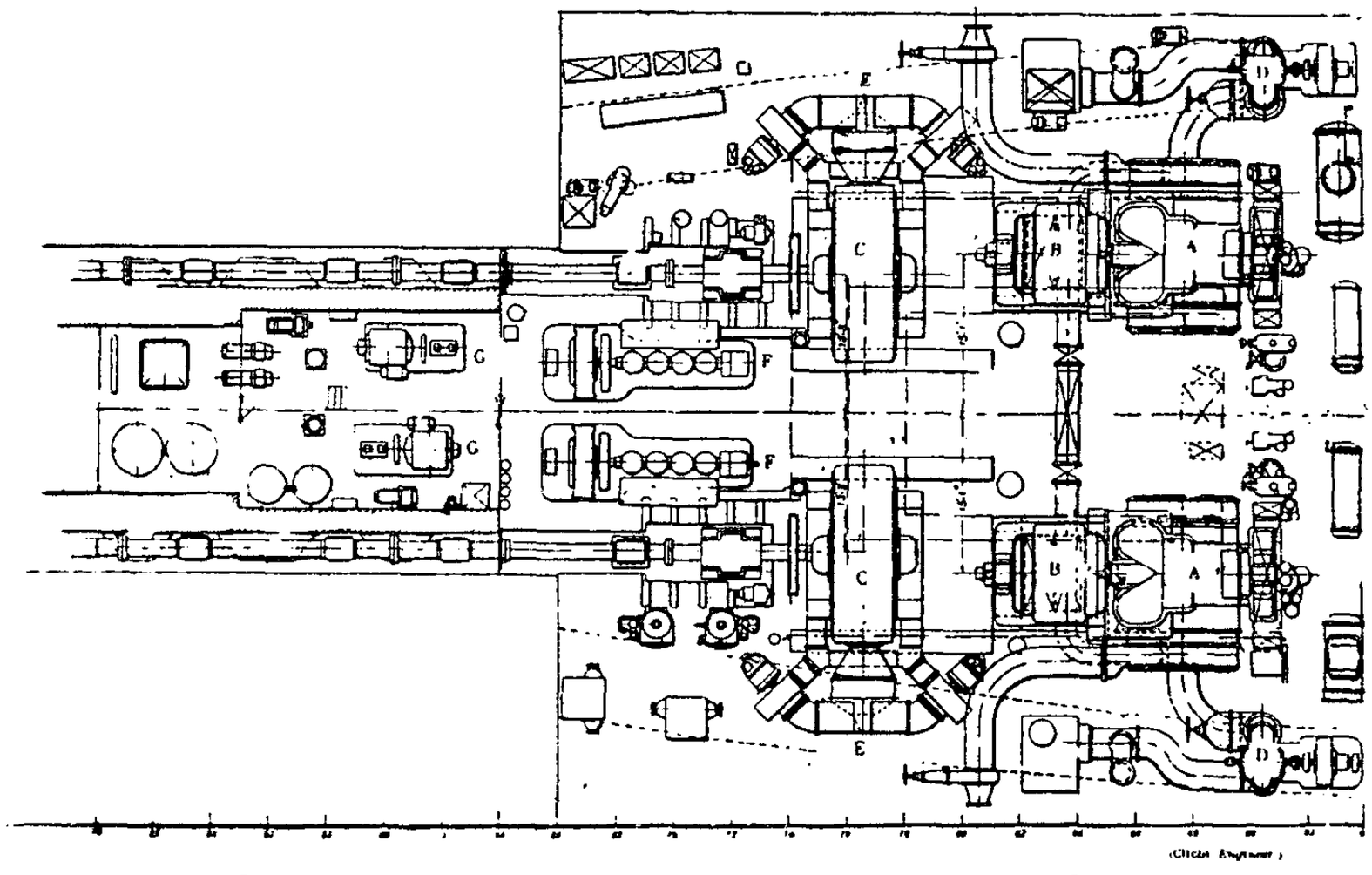


Fig. 2. — Le *Viceroy of India*. Compartiment des machines.
A. Turbines. — B. Alternateurs. — C. Moteurs de propulsion. — D. Pompes de circulation. — E. Ventilateurs.
F. Générateurs auxiliaires. — G. Machines frigorifiques.

Les quatre turbines reçoivent la vapeur de deux chaudières cylindriques, fonctionnant à 15 kg. 5, sans surchauffe.

Enfin, un troisième groupe générateur, situé en F dans le compartiment des machines principales, se compose de deux dynamos de 165 kw. chacune, conduites par deux moteurs semi-Diesel de 250 C.V.; ce groupe est destiné à fournir le courant pendant les séjours dans les ports.

L'appareil de propulsion est constitué par deux moteurs électriques, montés chacun sur un arbre porte-hélice et placés (en C sur la figure) dans le même compartiment que les turbo-alternateurs ; cette disposition permet de réunir sous un même contrôle tout l'ensemble de la machinerie propulsive. Sur d'autres navires, on a préféré installer les moteurs dans un compartiment distinct situé tout à fait à l'arrière, disposition qui présente l'avantage de réduire notablement la longueur des lignes d'arbre.

Le fonctionnement peut être établi selon deux régimes bien distincts. Dans le premier, les deux turbo-alternateurs sont mis en action simultanément, chacun d'eux fournissent le courant à l'un des moteurs de propulsion et formant ainsi avec ce dernier un ensemble indépendant. Les deux moteurs peuvent, dans ces conditions, développer sur les arbres une puissance totale de 17.000 C.V., à 109 tours, qui permet d'atteindre la vitesse maxima de 19 nœuds.

Le second régime comporte la mise en marche d'un seul des turbo-alternateurs ; celui-ci fournit alors le courant à la fois aux deux moteurs, qui peuvent ainsi développer une puissance totale de 11.600 C.V., à 96 tours, correspondant à la vitesse de 16 nœuds 5.

Dans l'un et l'autre cas, les variations d'allure sont obtenues en agissant sur le régime des turbines ; les changements de sens de rotation des hélices sont opérés sur les moteurs, les alternateurs ne devant tourner que dans un seul sens.

Si l'on se reporte aux conditions de parcours mentionnées plus haut, on se rendra compte que la mise en marche simultanée des deux alternateurs n'est nécessaire que pour la partie du voyage comprise entre Marseille et Aden.

Le schéma de la fig. 3 montre le réseau des connexions qui règlent l'alimentation des moteurs. On remarquera le commutateur d'interconnexion, placé en E, qui permet d'assurer

l'alimentation simultanée des deux moteurs par l'un quelconque des alternateurs fonctionnant seul. Lorsque ce commutateur est fermé, le réseau est disposé de telle sorte qu'un seul des commutateurs des alternateurs puisse être fermé et jamais les deux à la fois. Si, réciproquement, les commutateurs des deux alternateurs sont fermés à la fois, le commutateur d'interconnexion demeure nécessairement ouvert, afin d'assurer l'entière indépendance respective de chacun des deux groupes générateurs-moteurs.

Les contacteurs sont actionnés électrique-

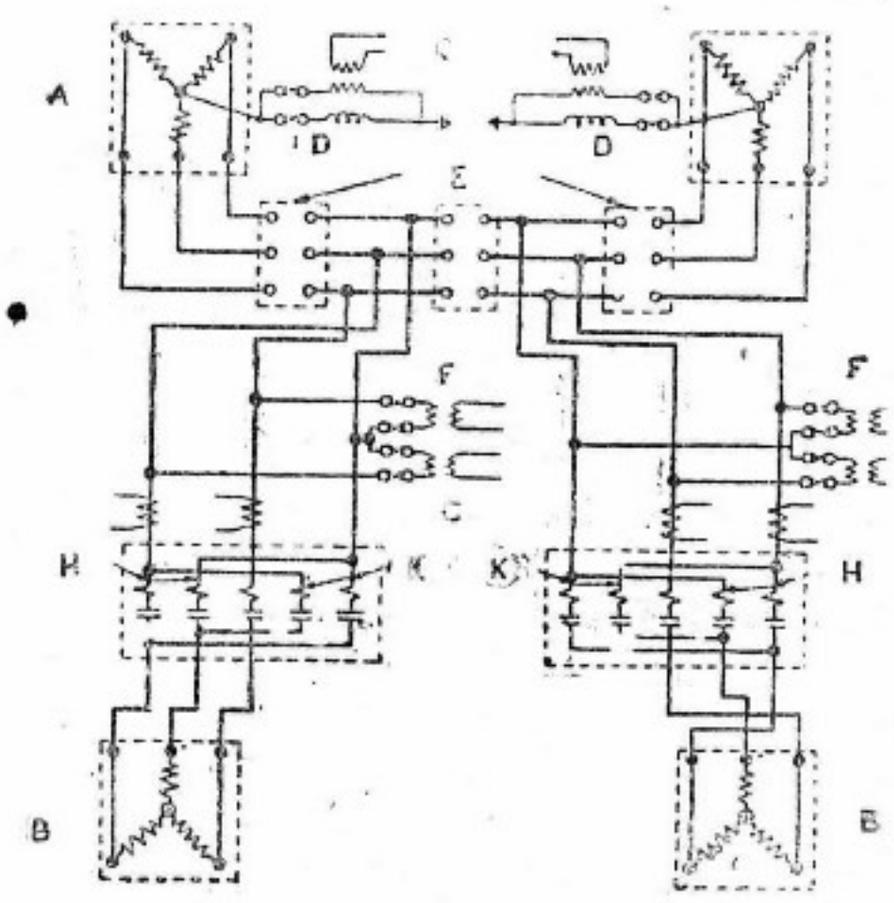


Fig. 3 — Le *Vicéroy of India.*
Schéma du réseau des connections réglant l'alimentation des moteurs.

A. Alternateurs. — B. Moteurs de propulsion. C. Timbre d'alarme. — D. Réactance. — E. Commutateurs d'interconnection. — F. Transformateurs de potentiel. — G. Transformateurs de courant. — H. Contacteurs de marche N. — K. Contacteurs de marche AR.

ment au moyen d'un solénoïde installé sur chacun d'eux ; au cas de mise hors service d'un solénoïde, un arbre à cames permet d'actionner mécaniquement le contacteur. Cet arbre sert normalement à maintenir mécaniquement en position les contacteurs, après que le courant a été coupé au solénoïde, une fois la manœuvre accomplie.

Un dispositif spécial permet de parer à la faiblesse normale du couple de démarrage, inhérente au fonctionnement des moteurs synchrônes. Par une modification momentanée de l'excitation des circuits de champ, entraînant l'asynchronisme des moteurs, on obtient un couple suffisant pour assurer la facilité de la mise en marche et des manœuvres.

*
* *

Le grand pétrolier *Brunswick* (fig. 4), que l'on peut considérer comme le prototype des navires à propulsion Diesel-électrique, mesure 143 mètres de longueur et son port en lourd s'élève à plus de 13.000 tonnes. La Compagnie pétrolière américaine à laquelle il appartient, l'*Atlantic Refining C°*, poursuit depuis un certain nombre d'années déjà l'expérience électrique, tant sur de petits navires que sur quelques unités plus conséquentes, qui sont d'anciens vapeurs transformés à cet effet. Le *Brunswick*, construit aux chantiers *Scott*, de Greenock, a été mis en service à la fin de 1928.

La machinerie, concentrée tout entière à la partie arrière du navire, selon la disposition la plus habituelle pour les pétroliers, répond à une conception tout à fait différente de celle qui vient d'être examinée, aussi parfaitement adaptée d'ailleurs au genre d'exploitation à assurer.

Le courant, qui est ici exclusivement du continu, est fourni par quatre groupes électrogènes identiques. Chacun de ceux-ci se compose d'un moteur Diesel actionnant deux dynamos placées en tandem. Le moteur, du type *Ingersoll-Rand* à quatre temps et simple effet, à injection sans air comprimé, peut développer 750 C.V. à 225 tours.

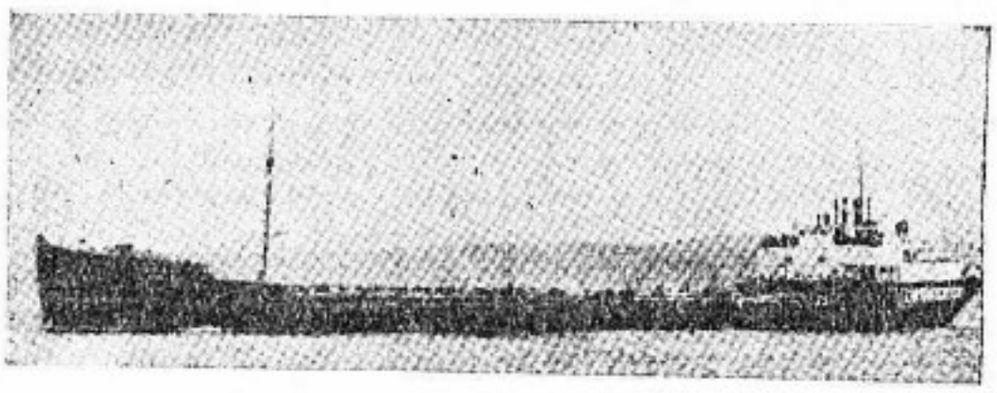


Fig. 4
Le pétrolier *Brunswick* à propulsion Diesel-élect

La première dynamo est destinée à l'alimentation du moteur de propulsion ; elle donne 600 kw. sous 250 volts. La seconde, de 75 kw., sous la même tension, alimente les appareils auxiliaires et fournit en même temps le courant d'excitation des générateurs principaux et du moteur d'hélice.

L'appareil de propulsion est constitué par deux moteurs identiques, clavetés sur l'unique arbre porte-hélice. Avec les deux moteurs placés en série, le navire donne sa vitesse normale de route de 11 nœuds, laquelle correspond à une puissance de 2.800 C.V. développée par les Diesel. En utilisant un seul moteur, on obtient l'allure réduite de 8 à 8 nœuds 5, pour la navigation sur lest ou en toute autre circonstance analogue.

L'appareillage auxiliaire, qui comprend tous les services du pont et des machines, absorbe au total 550 C.V., environ 20 % de la puissance propulsive. Il comporte, en particulier, trois pompes rotatives à pétrole, dont chacune est actionnée par un moteur de 80 C.V.

La variation de la puissance du moteur de propulsion est obtenue en agissant sur le voltage, qui peut être porté, par la mise en série de deux, trois ou des quatre générateurs à la fois, de 250 à 500, 750 ou 1.000 volts. Le courant du moteur n'est jamais interrompu : la vitesse et le sens de rotation de l'hélice sont modifiés par un dispositif agissant exclusivement sur le circuit d'excitation.

La manœuvre et la conduite des appareils ont été simplifiées à l'extrême. De la passerelle de navigation, l'officier de quart effectue directement toutes les manœuvres et les changements de vitesse, tout en contrôlant lui-même la vitesse et le sens de marche des moteurs. Il suffit de déplacer un levier jusqu'à la position correspondant à la vitesse que l'on veut atteindre, pour mettre en circuit un petit moteur à engrenages, qui actionne un rhéostat potentiomètre réversible, destiné à modifier l'intensité dans les circuits de champ des générateurs. Dès que celle-ci a atteint le chiffre correspondant à la vitesse indiquée, le petit moteur est mis automatiquement hors circuit.

Une manœuvre complète de renversement de marche demande environ huit secondes.

⁂

Si l'on cherche, à présent à dégager la conclusion de l'expérience concrète, force est bien de se contenter encore d'impressions générales et qualitatives, faute de disposer d'éléments numériques suffisamment denses et précis. Cette difficulté s'explique d'ailleurs du fait de plusieurs circonstances, dont l'une réside évidemment dans la nouveauté de l'entreprise et le nombre limité des applications en cause. D'autre part, la façon même dont la propulsion électrique doit être envisagée dans sa conception d'ensemble, ne se prête pas à des comparaisons immédiates, trait pour trait, avec les résultats obtenus pour d'autres systèmes de machines. On ne peut plus ici, sans méconnaître le sens véritable du problème, s'en tenir purement et simplement à des chiffres de consommation, alors que des avantages incontestables ont pu être réalisés sous d'autres chefs et que les armateurs, qui sont les premiers intéressés en la matière, semblent surtout préoccupés de l'importance de ceux-ci.

On a bien fait remarquer, sans doute, que la consommation d'un *Bremen*, la plus puissante unité à turbines actuellement en service, demeure inférieure, toute proportion gardée, de près de 10 % à celle d'un paquebot électrique comme le *California*. D'après les résultats enregistrés lors des essais et des premiers voyages du *Viceroy of India*, les consommations moyennes de mazout, afférentes à la puissance employée à la propulsion seule, ont varié de 282 à 304 grammes par cheval-heure, pour la marche avec les deux alternateurs et de 318 à 354 grammes aux allures réduites avec un seul alternateur en service.

Les consommations afférentes à la puissance totale, propulsion et auxiliaires réunis, se chiffrent de 312 à 334 gr. dans le premier cas et de 366 à 408 dans le second.

Ce ne sont évidemment pas des termes de comparaison à opposer aux éléments correspondants de la *Duchess of Bedford*, le paquebot à turbines qui détient le record de l'économie de combustible, avec 283 gr. pour tous les services compris.

Mais, d'autre part, l'exploitation d'un navire comme le *Viceroy of India* n'offre aucune commune mesure avec celle d'un transatlantique à vitesse unique et uniforme.

Si l'on tient compte du fait qu'aux allures réduites, la part des auxiliaires augmente très sensiblement par rapport à la puissance d'ensemble (ce qui n'a rien de surprenant pour un paquebot de cette classe), il faut bien admettre que l'accroissement de consommation consécutif aux variations de régime est encore moins accentué avec l'électricité qu'avec tout autre mode de propulsion. Effectivement, la compagnie armatrice considère la consommation comme satisfaisante pour toutes les puissances comprises entre 7.000 et 15.000 C.V., limites entre lesquelles se maintient, en toute circonstance, la puissance développée. Par ailleurs, le fonctionnement des appareils se révèle très sûr et l'expérience a largement confirmé l'avantage escompté d'une absence pratiquement totale de vibrations.

En ce qui concerne le rendement intrinsèque de l'installation électrique du *Viceroy of India*, on a pu l'évaluer assez exactement aux chiffres qui suivent. Le rendement des alternateurs varie de 96,65 % à 97,1 %, selon que les deux alternateurs ou un seul sont mis en route (dans le dernier cas, l'alternateur subit une charge légèrement supérieure). A l'inverse, le rendement des moteurs passe, dans les mêmes circonstances, de 97,49 à 97,1 %, variation certainement très minime.

Si l'on tient compte de la part d'énergie absorbée par l'excitation, évaluable de 1 à 1,2 %, le rendement global de la transmission électrique se chiffre, pour les deux cas, à 93,55 et 94 %.

Pour le *Brunswick*, le rendement des dynamos est évalué à 94,8 % et celui du moteur à 95 %. Le rendement global, compte tenu de l'excitation, est de 88 %.

En ce qui concerne ce dernier navire, au cours d'un voyage de 7.023 milles, de Melbourne à San-Pedro, effectué en 26 jours 4 heures, soit à une moyenne de 11 nœuds 2,

avec une puissance moyenne sur l'arbre de 2.680 C.V., la consommation par cheval-heure, tous services compris, n'a pas excédé 208 gr. (345 tonnes pour le voyage). Ce chiffre n'est pas grandement supérieur à ceux que peut atteindre la consommation des pétroliers à Diesel ordinaires.

Les armateurs du *Brunswick* considèrent d'ailleurs que le prix de revient total de l'installation n'est pas, lui-même, sensiblement plus élevé que pour un cargo à moteurs de type ordinaire. C'est qu'en effet, aussi bien les moteurs Diesel installés sur le *Brunswick*, que les appareils électriques, sont des modèles de fabrication courante. La plupart des moteurs qui servent à conduire les auxiliaires sont identiques et interchangeables entre eux. C'est d'ailleurs cette circonstance, jointe à la parfaite réalisation des dispositifs de contrôle et de sécurité, qui rend inutile la présence à bord d'aucun électricien spécialiste ; les mécaniciens préposés à la conduite des Diesel suffisent à assurer toutes les manœuvres, leur rôle vis-à-vis du matériel électrique se bornant à assurer une exacte propreté.

Il va de soi que pour les paquebots, la question du prix de revient et celle des frais d'exploitation ne se posent pas en termes aussi simples.

Au surplus, il n'est pas inutile de remarquer que deux pétroliers semblables au *Brunswick* sont en cours de construction pour les mêmes armateurs et que la *P. & O.* a passé la commande de deux paquebots électriques pour ses lignes d'Extrême-Orient, dont le tonnage et la puissance dépasseront ceux du *Viceroy of India*. L'importance des constructions actuellement en cours est un argument psychologique bien fait pour corroborer les déclarations des experts, en montrant le degré de confiance qu'inspire la propulsion électrique à de puissantes compagnies, dont les techniciens n'ont pas coutume de se payer de mots.

En réalité, l'utilisation de l'électricité à la propulsion pose non pas un, mais des problèmes. Son opportunité est tout d'abord une question de circonstances, qui découlent non seulement de la nature des services, mais aussi de la situation financière et économique des armateurs en cause. Ce qui est avantageux dans un cas peut devenir douteux et même téméraire dans tel autre.

C'est ainsi que l'on n'a pas songé encore à tenter l'expérience pour des installations à très forte puissance comme celles des grands transatlantiques rapides. La seule nécessité de développer de 100 à 150.000 C.V., en conservant un poids unitaire de machines relativement modéré, crée une grosse difficulté de principe, le fait de la perte par transmission obligeant en outre à envisager une majoration de puissance, que l'on ne peut raisonnablement évaluer à moins de 6 à 7 %. L'un des avantages essentiels de la propulsion électrique s'atténue d'ailleurs considérablement en ce qui concerne les transatlantiques, appelés à naviguer à allure à peu près constante.

Ceci, en considération de la solution turbo-électrique, l'application du système Diesel-électrique soulevant des difficultés beaucoup plus complexes.

Mais encore toutes ces réserves doivent-elles être formulées prudemment, l'extrême vitalité de la technique actuelle et l'imprévu de ses audaces interdisant absolument de préjuger d'un avenir même relativement proohain.

Quoi qu'il en soit, les deux types de réalisation qui ont fait l'objet principal de cette étude, paquebot turbo-électrique à allure variable, dont la puissance s'étage entre 8.000 et 20.000 C.V., cargo ou pétrolier Diesel-électrique, à forte proportion d'auxiliaires et à puissance de 3 à 4.000 C.V.; représentent à eux seuls un champ d'application assez étendu et des virtualités de progrès assez évidentes, pour qu'il n'apparaisse pas inutile de leur accorder une attention soutenue. L'expérience mérite d'être suivie de près, même de la part des armements auxquels elle n'apparaîtrait pas encore, du point de vue concret de leurs intérêts présents, suffisamment probante et significative.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Avril 1931). — *Théorie des nombres.* M. *W. Tartakowsky* expose une généralisation de la section de Woronoi et son application au problème de la représentation d'un système de nombres par un système de formes quadratiques additives (la méthode et le résultat restant analogues pour chaque système de formes additives ou de formes quadratiques).

Théorie des ensembles. M. *Armand Denjoy* montre qu'un ensemble dénombrable ordonné D est semblable à un ensemble de points situé sur un intervalle linéaire et contenant dans cet intervalle tous ses points limites unilatéraux. Il établit ensuite que toute famille φ d'ensembles fermés E non vides, telle que, de deux éléments quel-

conques E et E' de φ l'un contient l'autre, identité exclue, est semblable à un ensemble linéaire situé sur un segment et contenant tous ses points limites unilatéraux intérieurs à ce segment.

Théorie des fonctions. Dans l'espace bi-complexe x, y, un domaine D univalent ou non est dit semi-cerclé si, (x_0, y_0) désignant un point quelconque de D, la courbe $x=x_0$, $y=y_0\, e^{i\theta}$ $(0\leqslant 0\leqslant 2\pi)$ est intérieure à D et fermée dans D; de plus, il doit exister des points intérieurs à D pour lesquels $y=0$. M. *Henri Cartan* étudie les transformations en eux-mêmes de ces domaines (supposés bornés); leur ensemble peut former des groupes proprement discontinus, ou continus à un paramètre.

Analyse. 1. M. *A. Gilfond* précise l'ordre de croissance du déterminant $D(\lambda)$ de l'équation de Fredholm.

2. M. *W. Slebodzinski* envisage la forme $\bar{\omega}=\sum_{i=1}^{k} P_i D^{(k-i)}(\omega)$ où ω est une forme symbolique de différentielles et D, le symbole d'une transformation infinitésimale; il suppose d'ailleurs qu'on ait $\mu_0\omega+\mu_1 D(\omega)+\ldots+\mu_k D^{(k)}(\omega)=0$ et recherche à quelles conditions on peut avoir $D\bar{\omega}=0$.

3. Par une méthode distincte de celle de G. Darboux, et qui s'appuie sur un procédé appliqué récemment par lui-même, M. *S. Carrus* montre comment on peut intégrer sans signe de quadrature les équations $f(dx_1, \ldots dx_n)=0$ à coefficients constants. L'Auteur applique sa méthode à la détermination des courbes gauches qui se correspondent par tangentes rectangulaires et avec arcs égaux.

4. Après avoir donné diverses propriétés des ensembles linéaires E semi-fermés droits (c'est-à-dire qui contiennent tous leurs points d'accumulation du côté gauche), Mlle *Marie Charpentier* applique ces propriétés à l'étude des points de Peano d'une équation différentielle : elle montre notamment que dans un domaine où se produit le phénomène de Lavrentieff, les points de Peano complets sont partout denses.

Le développement d'une fonction $f(x)$ en série de polynomes hypergéométriques de Jacobi $T_n^{(\alpha,\beta)}(x)$ dans l'intervalle $(-1,+1)$ n'a guère été étudié jusqu'ici dans le cas général $\alpha\neq\beta$; c'est ce cas qu'envisage M. *E. Kogbetliantz;* il recherche notamment comment l'ordre d'infinitude de $f(x)$ en un point-frontière peut influer sur la sommabilité de la série au point frontière opposé.

6. M. *André Fouillade* reprend un problème d'itération étudié par M. Bouligand et en dégage un théorème général, d'une signification intrinsèque.

7. Suivant la locution de M. *Paul Montel* les zéros de deux polynomes P et Q sont *entrelacés* sur Ox (par exemple), s'ils se séparent tous mutuellement; l'Auteur montre notamment que si les fractions R (z) et S (z) ont, chacune, leurs deux termes entrelacés, il en est de même de la fraction R [S (z)], ce qui permet d'étudier complètement l'itération de la fraction R (x).

Géométrie. Grâce aux formules stokiennes, les premiers principes du Calcul intégral peuvent conduire à des propagations curvilignes d'intégrales multiples invariantes pendant la propagation, les variétés propagatrices d'abord continues pouvant se résoudre en ensembles discontinus; ainsi, comme l'indique M. *A. Buhl*, on se trouve ramené aux préoccupations de la Mécanique ondulatoire.

Géométrie appliquée. M. *D. Wolkowitsch* donne diverses propriétés de l'ellipsoïde d'inertie de Culmann et il les applique au choix de la meilleure représentation approchée d'une loi empirique suivant la méthode des moindres carrés.

Cinématique des milieux continus. M. *N. Abramesco* montre que la cinématique classique du déplacement d'un solide dans un plan fixe (base, roulante, cercle des inflexions) peut être étendue très simplement au cas où la figure mobile se déforme en restant semblabe à elle-même.

Mécanique. 1. Suivant le système de référence et le temps adoptés, un même mouvement peut présenter des aspects très divers; M. *J. Le Roux* recherche les propriétés intrinsèques qui subsistent indépendamment des repères : ceci le ramène à l'intégration d'un système complet de Mayer introduit par la prolongation du groupe de transformations euclidiennes (et des transformations ponctuelles du temps). Les invariants qu'ils obtient se rattachent aux distances mutuelles.

2. Si l'on se donne une courbe funiculaire, quelle est la loi de forces centrales qui lui correspond? M. *Edgar Baticle* montre que la courbe représentative de la loi de forces est une courbe corrélative de la courbe funiculaire à laquelle on aurait fait subir une rotation de 90° et réciproquement.

Hydrodynamique. M. *Alfred Rosenblatt* étudie les mouvements plans des liquides visqueux incompressibles, voisins des mouvements radiaux. Il ramène les équations de ces mouvements à des équations différentielles et à des systèmes linéaires en nombre infini, normaux au sens de Poincaré.

Elasticité. Mlle *Yvonne Dupont* établit des propriétés de covariance double pour les tenseurs de déformation qui s'introduisent dans la théorie de l'élasticité à déformations finies, suivant la méthode de M. Léon Brillouin.

Physique théorique. M. *L. Göldstein* montre comment on peut calculer en Mécanique quantique les probabilités d'excitation des niveaux atomiques discrets ou continus par chocs d'atomes neutres ou d'ions positifs rapides.

René Garnier.

Electricité

Recherches récentes sur les propriétés magnétiques des cristaux. — 1. Placé dans un champ magnétique, un cristal magnétiquement anisotrope est soumis à une force et à un couple. Sous l'action de ce couple, il tend à s'orienter. On pouvait penser que ces actions, faciles à constater sur un cristal, devaient également se manifester sur une solution du même corps et être susceptibles de déterminer une modification dans la structure cristalline de ce corps. L'idée, émise tout d'abord par Faraday, a été reprise par Tyndall et soumise, sans résultat probant, aux tentatives de vérification de quelques auteurs.

Les expériences de ce genre ont été reprises tout récemment par M. Dupouy qui, dans sa thèse de doctorat, s'est proposé d'étudier d'une manière générale l'action des champs magnétiques sur les substances cristallisées (*Thèse*, Paris 1930). Il a fait agir le champ magnétique sur des solutions de sels paramagnétiques s'évaporant lentement entre les pièces polaires d'un électro-aimant, dans l'espoir que les forces qui se manifestent sur ces substances à l'état cristallisé pourraient être suffisantes pour modifier l'action des forces inter-atomiques au moment de la cristallisation. Ses expériences ont porté : 1° sur les sulfates des métaux ferromagnétiques critallisés dans le système orthorhombique et répondant à la formule générale $SO^4M, 7\ H^2O$ où M désigne un atome de fer, de nickel ou de cobalt; 2° sur les sulfates doubles de ces métaux avec l'ammonium, de formule $SO^4M, SO^4(NH^4)^2\ 6\ H^2O$, appelé sulfate de la série magnésienne, qui cristallisent dans le système monoclinique. Les solutions de ces

corps, disposées dans de petites cuves ou sur des lamelles, étaient mises à évaporer dans l'entrefer d'un électro-aimant puissant produisant des champs de 30.000 gauss. M. Dupouy a constaté que les cristaux ainsi obtenus par évaporation lente des solutions sont manifestement orientés par le champ magnétique : l'observation au microscope révèle, sur les lames de verre, la présence de plusieurs rangées de prismes allongés, parallèles aux lignes de force. Au microscope polarisant et en lumière parallèle, les préparations s'éteignent entièrement entre nicols croisés pour une même position de l'analyseur. Mais les expériences ne permettent pas actuellement de conclure s'il s'agit d'une simple orientation par le champ de cristaux déjà formés ou d'un changement dans la structure elle-même. Il faudra, sans doute, pour arriver à ce résultat, indique l'auteur, mettre en œuvre des champs magnétiques plus intenses et réaliser des cristallisations extrêmement lentes, susceptibles de fournir des cristaux isolés assez gros pour permettre de déceler des modifications cristallines soit par leur examen microscopique, soit par l'étude de leur structure aux rayons X.

2. Afin de déterminer les substances qui, par leur forte anisotropie magnétique, sont susceptibles de fournir les meilleurs résultats, l'auteur a mesuré avec précision, dans un large intervalle de températures, les 3 coefficients principaux d'aimantation de quelques cristaux paramagnétiques : la sidérose CO^3Fe, l'oligiste Fe^2O^3 et le dialogite CO^3Mn. Il a utilisé pour cela une méthode reposant sur la mesure absolue du couple maximum, agissant sur un cristal placé dans un champ magnétique uniforme. Il a pu ainsi vérifier que la loi de Weiss s'applique à la sidérose et à la dialogite; mais l'oligiste paraît avoir des propriétés particulières et nettement différentes de celles des autres cristaux.

Les mesures faites sur la sidérose et l'oligiste ayant montré que les couples qui agissent sur ces cristaux placés dans un champ magnétique uniforme ont une intensité suffisante pour pouvoir être utilisés à la mesure de ces champs, M. Dupouy a construit, sous le nom de gaussmètre, un appareil destiné à la mesure des champs magnétiques.

Cet appareil repose sur ce fait qu'un cristal anisotrope, mobile autour d'un axe convenablement choisi et placé dans un champ magnétique uniforme, est soumis à un couple proportionnel au carré du champ qui tend à l'orienter. On équilibre ce couple par un couple antagoniste dû à la torsion d'un fil, à un ressort spiral ou à la pesanteur. A chaque valeur du champ magnétique correspond une position d'équilibre bien déterminée et l'appareil peut être étalonné de manière à donner directement, en gauss, l'intensité du champ magnétique.

Sur le principe du gaussmètre, M. Dupouy a également réalisé un oscillographe pour l'étude et l'enregistrement des champs magnétiques variables. Un petit cristal de 2 mm. de côté, choisi sous forme de petite lame mince, est supporté par un fil vertical fixé à ses deux extrémités, le cristal étant placé exactement à l'endroit où on veut faire la mesure. Un dispositif optique permet d'inscrire photographiquement les déviations du cristal sur un cylindre enregistreur recouvert de papier photographique.

Cet appareil présente un réel intérêt pour étudier, par exemple, comment varie le champ magnétique en fonction du temps dans l'entrefer d'un électro-aimant soit au moment où on lance le courant, soit quand on le coupe; l'appareil fournit ainsi des renseignements sur les effets de self-induction dans le circuit lors de ces deux opérations.

A. Bc.

Biologie

Les Illusions évolutionnistes (1). — Rééditer, à trente ans d'intervalle, un ouvrage de science ou de philosophie scientifique sans avoir rien d'essentiel à y changer, sauf à opérer quelques abréviations et corrections de détail, et à enregistrer les confirmations apportées sur de nombreux points par les faits d'expérience ou le cours des idées : voilà ce que peu d'auteurs seraient capables de faire; voilà pourtant le beau résultat obtenu par M. Lalande avec sa thèse de doctorat.

Elle s'appelait en 1899 : « La Dissolution opposée à l'Evolution dans les sciences physiques et morales ». Le titre était long; le terme de « dissolution » était équivoque; l'auteur lui a sagement substitué dans cette réimpression celui d' « assimilation » qui est clair, ou celui d' « involution » qui l'est moins, mais qui, étant plus neuf, n'éveille pas d'associations d'idées dangereuses.

Qu'on ne se trompe pas sur le sens du titre nouveau : l'auteur ne s'en prend pas à l'idée même d'évolution, ni plus particulièrement aux applications qui en ont été faites en biologie, où il reconnaît son rôle éminent et indispensable; il s'en prend aux abus qui ont été commis en son nom, surtout dans le domaine de l'humanité : « Il ne s'agit point dans ce travail de détruire la doctrine de l'évolution, si ce n'est dans ce qu'elle a de prématuré ou d'exclusif, était-il dit dans l'avant-propos de 1899; mais, au contraire, de la compléter et de l'élargir, en la rapprochant des faits qu'elle paraît avoir artificiellement simplifiés ». Bref, c'est à Spencer, à Haeckel, à Novicow qu'il en a, à tous ceux qui ont voulu faire des idées darwiniennes une application illimitée, une extension hâtive, et transformer une hypothèse biologique en une cosmologie, voire en une religion nouvelle.

La méthode suivie par M. Lalande est simple et rigoureuse. Ayant discerné parmi les diverses formules spencériennes de l'évolution, — car il y en a plusieurs, et fort peu cohérentes! — celle qui paraît la plus précise : « le passage de l'homogène à l'hétérogène », il se demande si, en fait, dans le domaine de la matière comme dans celui de la vie, enfin dans celui de l'humanité, tous les phénomènes connus peuvent être réduits à cette loi commune de la différenciation progressive.

Dans la matière ? ce serait oublier l'un des deux grands principes de la Thermodynamique et la réalité de l'entropie — dont le terme d'*involution* n'est que la traduction littérale.

Dans les êtres vivants ? Certes, il n'y a pas de vie sans expansion, sans lutte, sans effort de diversité, et le transformisme est ici l'hypothèse la plus probable; mais enfin il n'est pas simple, il n'est pas sans rencontrer des difficultés, il doit être dégagé des interprétations mécanistes que certains de ses défenseurs y ont abusivement mêlées (et combien tout cela est mieux reconnu aujourd'hui qu'il y a trente ans!). La force vitale, en ne donnant à cette expression que son sens banal, se heurte au moins à deux adversaires dont l'existence ni la puissance ne sont contestables : la mort, cette grande niveleuse, et qui semble avoir si souvent partie liée avec la différenciation; la pensée, qui dissout l'instinct, accroît la douleur et affaiblit l'organisme.

Si maintenant nous considérons la pensée en elle-même, loin qu'elle tende à la diversification, elle nous paraît obéir à la loi suprême de l'identification, de la

(1) André Lalande, membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne. In-8° de 464 pages. Félix Alcan, éditeur. Paris.

réduction de l'autre au même. En psychologie, cela ressort de l'analyse de la perception et du raisonnement. Dans l'histoire des sciences, cela ne se discute plus, depuis les lumineux travaux de M. Meyerson, que M. Lalande peut invoquer avec fierté à l'appui de sa thèse, car elle les a précédés de dix ans, et elle conserve toute son originalité du fait qu'elle étend ses conclusions à l'Art et à la Morale.

Assimilation des esprits entre eux, des choses entre elles, des choses à l'esprit : voilà, en effet, le triple objet auquel tend toute la civilisation humaine, par la triple voie de l'intelligence, de la sensibilité et de l'activité; voilà « le triple idéal de perfection qui [la] dirige et dont l'orientation commune est la *marche à l'identité* » (p. 230). La science n'est-elle pas essentiellement « œuvre objective et impersonnelle » ? L'Art, ce « porte-drapeau de l'Involution », ne crée-t-il pas « fictivement, dans un domaine limité, ce que l'intelligence postule pour la totalité de l'univers, et ce que l'activité bonne s'efforce d'y réaliser matériellement » ? (pp. 231-233). « Ainsi, tandis que la vie se multiplie comme un arbre dont le tronc se divise et se ramifie sans fin, le progrès de la pensée est comparable au mouvement précisément inverse des ruisseaux et des rivières qui viennent confondre leurs eaux dans un fleuve unique, de plus en plus large et de plus en plus uniforme dans son cours » (p. 174).

Quant aux sociétés, si on les observe sans parti-pris, et si on sait se garder des nombreuses erreurs de méthode qui ont vicié la plupart des recherches récentes, on ne peut qu'y constater la dissolution des races, des castes et des classes, l'affaiblissement des droits de la famille, l'assimilation des sexes, le nivellement des âges et des fortunes, l'uniformisation des usages et des langues, les progrès de l'égalitarisme politique entre citoyens d'une même nation comme entre les différentes nations. Et, c'est pour M. Lalande, l'occasion d'adresser aux ethnologues évolutionnistes et à la sociologie de Durkheim un certain nombre de critiques très sévères dont il faut bien aujourd'hui reconnaître la parfaite justesse, et dont on s'étonne seulement qu'elles n'aient pas été plus tôt écoutées et comprises : elles auraient évité à beaucoup d'entre nous des engouements excessifs et des errements dangereux. Citons, notamment, son vigoureux réquisitoire contre l'organicisme social, qui sévissait vers 1895, et aussi contre les procédés d'observation des prétendus « Primitifs » et les inductions hâtives qu'on a voulu en tirer; la méthode qui s'impose avant tout dans les sciences sociales, concluait-il à juste titre, c'est la méthode historique; l'objet premier à étudier, ce sont les peuples civilisés; ici comme partout, il faut remonter du moderne à l'ancien, du connu à l'inconnu (chap. VIII).

Reste à embrasser d'un coup d'œil d'ensemble tout le terrain parcouru; reste à s'efforcer d'en réaliser la synthèse *a posteriori* : c'est l'objet propre et légitime de toute métaphysique qui veut être positive. On aboutit alors à un « dualisme de fait » : dualisme dans les choses, involution physique contre laquelle lutte l'évolution vitale; dualisme dans l'homme, effort d'individuation qu'il tient de sa physiologie, effort d'identification que lui impose sa psychologie.

Cet effort assimilateur est-il illusoire? Faut-il, au contraire, y diriger toutes nos forces, en hâter l'épanouissement? Tel est le problème discuté dans la dernière partie (Conséquences de droit), où l'auteur expose sa doctrine morale, atteignant ainsi le but dernier de toute philosophie, qui est d'être une sagesse. Il repousse vivement les conceptions naturalistes de la vie; il n'accepte de subordonner notre conduite ni à la prétendue loi du progrès évolutif, ni à aucune contrainte biologique, ni à aucune contrainte sociale. La lutte pour la vie peut être un fait, dont la portée est d'ailleurs assez limitée : elle n'est jamais un droit ni un devoir. Dès lors, c'est l'involution qui devient un principe d'action morale et politique. Reprenant la distinction classique — puisqu'elle remonte au moins à Saint-Thomas — entre l'individu et la personne, l'un esclave des conditions organiques, l'autre œuvre de la volonté raisonnable, M. Lalande montre comment elle concilie l'opposition apparente entre la différenciation et l'assimilation : la vraie façon d'être soi, n'est-ce pas d'être un homme qui porte au plus haut point les valeurs humaines, donc qui sache « vivre pour autrui » et sacrifier sa vie s'il le faut au règne de la justice? Entre l'individualisme et l'étatisme, il y a place pour un *humanisme* qui s'impose à la fois à l'individu et à l'Etat. La liberté n'est que la condition de l'égalité, qui elle-même rend possible la fraternité, laquelle est sans doute la plus sûre base du bonheur.

Enfin, pour les peuples aussi, la voie du progrès n'est pas, ou n'est plus, celle de l'individuation et de l'égoïsme. L'histoire, dit M. Lalande en un raccourci saisissant, l'histoire nous montre que « chaque être, chaque peuple s'élance » dans cette voie. « Puis, il s'arrête, se replie sur lui-même, perd du terrain au point de vue organique. Souvent même, il finit par disparaître en tant qu'individualité distincte. Il ne survit plus que par ses œuvres, par le levain qu'il sème dans la pâte encore grossière de ceux qui l'absorbent. Tel fut le rôle de l'Egypte, de la Grèce, de Rome. Tel sera peut-être celui de la France, qui paraît avoir déjà commencé cette sorte féconde de décadence » (pp. 368-369).

Il nous souvient qu'à l'époque où parurent ces lignes, elles scandalisèrent un esprit aussi averti que le regretté Pierre Lasserre, alors systématiquement hostile à tout ce qui émanait de la Sorbonne. Il exprima publiquement son indignation contre une telle doctrine de « suicide national ». Bien à tort, car s'il avait poussé sa lecture jusqu'au bout, il eût vu que M. Lalande, loin de proposer cette « décadence féconde » comme un idéal à poursuivre, faisait les plus expresses réserves sur sa prétendue nécessité, et condamnait cet « ascétisme social... cette furie intellectuelle qui refuse d'admettre dans les choses les conditions réellement données. Que les nations les plus civilisées se suicident, par excès d'involutionnisme, ne sera-pas une grande perte pour l'œuvre même de l'involution à la surface de la terre? Tout esprit de renoncement à l'individualité est bon, tout renoncement immédiat à la vie ne l'est pas. » Suit une critique très poussée de toutes les formes utopiques d'égalitarisme politique et social (2).

Ainsi, M. Lalande a su garder la mesure. Il n'a pas cédé au penchant trop facile qui pousse trop souvent les philosophes à transformer leurs vues toujours partielles en systèmes valables pour tous temps et lieux, leurs constatations de fait en impératifs absolus et catégoriques. Il se défie justement des impératifs catégoriques. Aussi, connaît-il les atténuations et les additions que le mouvement des idées permettrait d'apporter à son œuvre de jeunesse. Lui-même en a indiqué quelques-unes dans la préface et dans les notes de cette réédition. Pour notre part, nous serions tenté de croire que la part de l'involution est plus grande qu'il ne la fait dans le monde organique : les travaux du regretté Vialleton iraient du

(2) Page 445 et suiv. Ces réserves sont nettement accentuées dans la nouvelle édition. Mais l'essentiel, et notamment le passage cité plus haut, figuraient déjà dans la première.

moins dans ce sens. Par contre, nous la ferions plus restreinte dans le domaine de l'Art et dans celui de la Morale. La théorie de la « Raison constituante » (M. Lalande appelle ainsi les principes rationnels qui échappent à l'évolution, tout en la dirigeant) exigerait également bien des précisions (3). Mais, encore un coup, M. Lalande accepterait sans difficulté ces critiques de détail. Il a horreur des systèmes rigides, des vastes mais fragiles échafaudages de concepts abstraits. Idéaliste et réaliste à la fois, soucieux de synthèse sans jamais négliger les analyses concrètes et le contrôle précis des faits, il avait toutes les qualités qu'il faut pour faire œuvre durable. Et son œuvre durera, beaucoup plus que d'autres plus brillantes, mais éphémères. Elle restera l'une de celles qui honorent le plus notre Université française, et méritent la plus franche admiration. Et cette admiration s'accroît quand on sait que son auteur ne s'est pas borné à proposer aux autres une doctrine d'action essentiellement pacificatrice : par son enseignement en Sorbonne, comme par sa collaboration aux discussions de la Société française de Philosophie, et surtout par la publication du *Vocabulaire technique et critique de la Philosophie*, qui fait autorité dans le monde entier, il a travaillé efficacement à cette assimilation des esprits qui, de conclusion d'une thèse doctorale, est devenue la loi de sa vie. N'est-ce pas le plus bel éloge qu'on puisse adresser à un philosophe ?

ROBERT TROUDE.

Histoire des Sciences

Etienne Bezout. — On connaît généralement le nom de l'homme qui va être le sujet de cet article ; bien rares, cependant, sont ceux qui ont une idée à peu près exacte de la biographie de ce mathématicien modeste, dont la carrière a pourtant été très utile.

Il était né à Nemours, le 31 mars 1730, et fut donc le contemporain d'un autre géomètre dont la vie peut être mise en parallèle avec la sienne, l'abbé Bossut (1730-1814), qui d'ailleurs lui survécut longtemps.

Son aptitude pour les mathématiques se manifesta de bonne heure, et il résolut de s'y consacrer entièrement, malgré la volonté de son père, qui prévoyait avec raison, que cette étude ne le mènerait pas à la fortune. Le jeune homme aurait pu, de lui-même, faire la même prévision, car, pour lui comme pour Bossut, un de ses livres de prédilections était le recueil des éloges prononcés devant l'Académie des sciences par Fontenelle, éloges merveilleux, mais dont la lecture lui avait certainement appris que l'étude des sciences pouvait lui donner de grandes satisfactions, mais qu'il devait se résigner à une existence des plus modestes. Quoi qu'il en soit, il ne s'était pas trompé sur sa vocation, et, à l'âge de vingt-huit ans, il était membre de l'Académie.

De nos jours, ce serait un succès miraculeux, mais, alors, les sciences étaient beaucoup moins cultivées et on arrivait plus jeune à conquérir les succès académiques ; l'illustre La Caille fut aussi académicien à vingt-huit ans, Lalande à vingt-et-un, Clairaut à dix-huit ! Quand Henri Poincaré fut élu membre de l'Institut, il avait trente-trois ans et était sans doute de beaucoup le plus jeune membre des cinq Académies.

Bezout dut son beau succès à ses recherches sur le calcul intégral. Les lignes suivantes, empruntées à Condorcet, donneront une idée des deux mémoires qui le firent apprécier :

« Dans le premier, il déterminait la forme des fonctions semblables dont les variables sont liées entr'elles par une équation, et qui, multipliées par des facteurs constants et ajoutées ensemble, deviennent intégrales algébriquement, quoique chacune d'elles en particulier ne le soit pas. Il donnait dans le second l'équation générale des courbes rectifiables, et dans certains cas de celles dont la rectification dépend de leur quadrature. »

Les fonctions académiques étaient glorieuses, mais non point lucratives, et Bezout, qui s'était marié très jeune, avait besoin d'un emploi qui lui permît de faire vivre sa famille ; il lui fallut cependant l'attendre jusqu'en 1763.

A cette époque, le déplorable traité de Paris avait fait perdre à la France ses plus grandes colonies et avait donné à l'Angleterre la maîtrise des mers. Toutefois ; M. de Choiseul, alors premier ministre, était bien résolu à tout faire pour réparer ces malheurs. Il aurait voulu supprimer le corps privilégié des gardes de la Marine, exclusivement recruté dans la noblesse et admettre sur les vaisseaux du roi, en qualité d'officiers, les roturiers qui s'étaient distingués pendant la dernière guerre. Il dut reculer devant la coalition des intérêts menacés, et, ne pouvant faire mieux, il se contenta d'exiger une instruction plus étendue des jeunes gens qui se destinaient à la Marine. Bezout fut chargé de constater leur savoir et aussi de composer un cours élémentaire de mathématiques où ils pourraient acquérir les connaissances qu'on exigeait d'eux. Quelques années plus tard, il fut aussi nommé examinateur des élèves de l'artillerie, et rédigea également un ouvrage destiné à leur instruction. Il va sans dire que, dans les deux Cours de Bezout qui ont eu un grand succès, le fond est le même, mais les applications sont différentes et l'auteur avait tenu compte des besoins de ceux en vue desquels il écrivait (1).

Il est probable qu'il eut à interroger le jeune Bonaparte, qui fut, comme on sait, élève à l'école de Brienne de 1781 à 1785 et il serait curieux de savoir comment il l'appréciait.

Ses fonctions d'examinateur l'obligeaient à des voyages qui ne lui plaisaient guère, et il eût bien préféré avoir la possibilité de rester dans son cabinet de travail. Ajoutons qu'il était un examinateur très bienveillant, à la différence de son collègue Bossut, qui était plutôt revêche, et qu'il aimait mieux voir un candidat faire preuve de sagacité que s'attacher à répéter mot pour mot la solution d'un problème indiqué dans le livre composé pour servir de guide, quoiqu'il en fût l'auteur.

Ses fonctions lui donnaient l'aisance, lui prenaient le temps qu'il aurait voulu employer à faire progresser la science par ses travaux personnels. Ne pouvant aborder tous les sujets d'étude (2) qui l'auraient intéressé, il se consacra presque exclusivement à la théorie générale des équations déterminées. Il indiqua des méthodes pour chercher la solution d'une classe particulière d'équations de tous les degrés, et, pour éviter des calculs extrêmement longs, il fut conduit à perfectionner la méthode d'élimination. En 1779, il fit paraître sur cette matière un traité auquel il travaillait depuis 1762.

Cet ouvrage est le véritable titre de gloire de son au-

(3) Cette théorie fit le sujet d'un cours en Sorbonne en 1909-1910. On en trouvera les conclusions dans la *Revue des cours et conférences*, avril 1925.

(1) Chose singulière, écrivant pour de futurs marins, l'astronomie est fort négligée dans ses ouvrages. C'est du moins l'opinion de Lalande.

(2) Il était d'ailleurs fort instruit dans la plupart des sciences physiques. C'est lui qui, le premier, a fait connaître les grès cristallisés de Fontainebleau.

teur. Il va sans dire que, depuis un siècle et demi, ses théories ont été grandement perfectionnées et qu'on a donné des démonstrations nouvelles des théorèmes qu'il a découverts.

Bezout succomba le 27 septembre 1783 à une fièvre maligne à laquelle n'était point étrangère la fatigue que lui causaient ses fonctions et ses recherches scientifiques. Il habitait le village d'Avon, près de Fontainebleau, et c'est dans l'église de cette localité qu'il fut inhumé.

E. DOUBLET.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

L'évolution de la chaudière marine : température et pression. — J'ai attiré déjà, à différentes reprises, l'attention des lecteurs sur les perfectionnements récents des chaudières marines. A certains égards, cette évolution peut apparaître assez tardive, si l'on considère les résultats obtenus depuis longtemps déjà avec les appareils évaporatoires destinés aux applications à terre. Le développement si rapide du moteur Diesel a créé, d'autre part, non seulement un instrument nouveau, mais des conditions plus complexes, auxquelles les constructeurs de machines à vapeur ont bien été contraints de faire face. Si leurs appareils sont encore susceptibles de recevoir des perfectionnements suffisants pour que la différence de prix des combustibles assure un avantage décisif à la machine à vapeur, c'est assurément sur la conception théorique et la réalisation pratique des chaudières à haut rendement que les études doivent être principalement concentrées.

Ce problème de la chaudière, relativement nouveau pour la marine marchande, se présente d'ailleurs pour celle-ci sur des bases assez différentes de celles qui conditionnent l'étude des appareils des navires de guerre, laquelle est demeurée pendant fort longtemps l'unique source de progrès. La chaudière du navire de guerre doit avant tout développer toute la puissance compatible avec le poids et l'encombrement relatifs attribués à la propulsion. D'une mise en marche rapide, elle doit se prêter, en outre, à la nécessité de manœuvres et de changements de régime continuels.

Lorsque la concurrence du Diesel et le relèvement des vitesses eurent contraint les armateurs à accepter le principe de la chaudière à tubes d'eau, le point de vue essentiel qui s'est trouvé de suite imposé à la sagacité des techniciens, — point de vue également prépondérant d'ailleurs dans la conception des appareils à terre, — concernait tout d'abord la recherche d'un haut rendement.

Seulement, il faut bien considérer que l'installation d'une chaudière marine doit satisfaire à une série d'exigences très particulières et qu'il est matériellement impossible, à beaucoup près, de réaliser à bord tous les perfectionnements que peut comporter, par exemple, l'appareil évaporatoire d'une centrale électrique dernier modèle.

La recherche d'un rendement plus élevé comporte, on le sait, le jeu de deux facteurs essentiels : accroissement de la pression de régime et réalisation d'une haute température de surchauffe. Si l'on veut se faire une idée, à ce double point de vue, de l'état le plus récent des conceptions de l'industrie navale, on peut prendre comme exemple l'appareil moteur d'un paquebot de la *Canadian Pacific*, le *Duchess of Bedford*, qui semblait bien détenir, jusqu'à ces derniers temps, le record de l'économie de combustible. Les chaudières fonctionnent à 24 kg. 6, avec une température de vapeur à 356°; la consommation de mazout par cheval-heure, évaluée en tenant compte de tous les services auxiliaires afférents à la coque et à la machine (ce qui est la seule appréciation réellement signi-ficative en matière d'exploitation), est en moyenne de 283 grammes.

Plus récemment, ce chiffre a été abaissé à 274 grammes, pour un navire de la même compagnie, l'*Empress of Japan*, dont les chaudières fonctionnent à 29 kg. 5 et 380°.

Quelques autres appareils récents donnent des résultats presque aussi satisfaisants que ceux du *Duchess of Bedford* : ce sont, notamment, les chaudières du paquebot hollandais *Statendam*, qui fonctionnent sur 28 kg. 12 et 353° et celles du paquebot italien *Ausonia*, sur la même pression et 367°.

Il est à remarquer que les constructeurs se sont appliqués beaucoup plus délibérément à la réalisation des hautes températures de surchauffe qu'à celles de pressions très élevées. Cette tendance peut d'autant plus surprendre, à première vue, que les grosses difficultés qu'il a fallu vaincre, en ce qui concerne soit la résistance des matériaux employés, soit la construction proprement dite, provenaient en réalité beaucoup plus du fait de la température que de celui de la pression.

Les chiffres les plus considérables pour l'application marine, concernent un petit bâtiment, affecté au tourisme sur la Clyde, dont les chaudières Yarrow ont été remplacées en 1929 par des appareils *Babcock et Wilcox*, fonctionnant sur 38 kg. et 394°. Les résultats fort satisfaisants enregistrés sur ce petit navire, qui porte le nom de *King George V*, ont été suivis avec grand intérêt par les ingénieurs à titre d'expérience pratique et les projets de constructions nouvelles s'en sont inspirés sur certains points.

D'un point de vue purement théorique, l'accroissement des pressions engendre des effets sensiblement plus marqués que l'élévation de la température, chacun des deux facteurs étant envisagé isolément. D'après les chiffres présentés par un technicien anglais, M .Stanley S. Cook à une Institution d'ingénieurs, si l'on part d'une chaudière fonctionnant sur 14 kg. et 338°, on obtient, en élevant la pression à 42 kg. et la température à 398° (ce qui représente dans l'un et l'autre cas le même degré de surchauffe), une amélioration du rendement thermique de 14,86 o/o. Or, sur ce gain, le taux de 12,23 o/o représenterait la part due à l'élévation de pression et celui de 2,35 celle due à la température.

D'autre part, en partant également d'une pression de 14 kg. et d'un régime sans surchauffe, la réalisation d'une surchauffe à 398°, sans accroissement de la pression, fait passer le rendement de 31,9 à 34 o/o. Si l'on porte en même temps la pression de 14 à 70 kg., le rendement s'élève à 39,8 o/o.

Toutefois, l'avantage théoriquement si sensible de l'élévation de la pression apparaît comme beaucoup moins dominant en pratique, lorsqu'on fait intervenir les conditions de fait qui sont inséparables du fonctionnement des turbines les mieux construites.

Si, d'une part, on se contente d'accroître la température de surchauffe, sans modifier la pression, la condensation qui se produit aux derniers étages de la turbine se trouve réduite, d'où amélioration du rendement de celle-ci. En sens inverse, en se bornant à accroître la

pression, sans élever la température, on aboutit à une diminution de rendement, due au fait qu'une quantité de chaleur plus grande est convertie en travail, ce qui réduit d'autant la quantité de chaleur qui demeure dans la vapeur en fin de travail, avec comme conséquence l'accroissement du degré d'humidité de la vapeur aux derniers étages d'ailettes.

Quoi qu'il en soit, de sensibles possibilités de perfectionnement demeurent encore et les constructeurs s'accordent pour envisager des améliorations de rendement très prochains, certains d'entre eux escomptant de celles-ci un avantage économique décisif en faveur de la chauffe au charbon.

LOUIS BASSO.

Traction

Emploi des moteurs compound en traction électrique à courant continu. — Jusqu'ici les moteurs séries et les moteurs shunts, ou moteurs en dérivation, étaient à peu près exclusivement utilisés pour la traction électrique des tramways sur courant continu.

Le moteur série présente, pour la traction, un certain nombre d'avantages : simplicité de construction, commutation facile, réglage facile de la vitesse par la tension. Mais sa vitesse varie beaucoup avec le couple résistant et, par suite, diminue dans de grandes proportions à la montée des déclivités; de plus cette vitesse dépend également beaucoup de la tension en ligne, ce qui nécessite des points d'alimentation rapprochés.

Le moteur shunt permet, au contraire, une marche à vitesse constante pour une excitation donnée, quel que soit le profil, une limitation automatique de la vitesse sans intervention du machiniste dans les déclivités et le freinage électrique avec récupération d'énergie dans les déclivités lors des ralentissements et des arrêts. Mais, à son tour, il présente les inconvénients suivants : nécessité d'un réglage très progressif de l'excitation afin de limiter à une valeur acceptable les variations de l'intensité absorbée ou renvoyée à la ligne; instabilité du fonctionnement en cas de récupération trop intense de la génératrice shunt. Le moteur série a jusqu'ici été presque exclusivement employé en traction en raison de sa simplicité malgré ses inconvénients. Mais, ainsi que l'a exposé récemment M. Bacqueyrisse dans le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France* (séance du 15 février 1931), il est possible de bénéficier des avantages du moteur shunt et d'éliminer ses inconvénients en combinant avec l'excitation shunt une excitation série, c'est-à-dire en réalisant un moteur compound.

L'emploi du moteur compound tend actuellement à se développer sur les omnibus électriques à accumulateurs et à trolley en France, en Angleterre et sur les tramways électriques en France et en Allemagne. Des essais vont être entrepris en Angleterre.

La Société de Transports en Commun de la Région Parisienne a mis au point un équipement à moteurs compound très simple, qui conduit à d'importantes réductions de la consommation d'énergie et des dépenses d'entretien des véhicules. Cet équiquement comporte des moteurs compound d'une construction un peu particulière, réalisant une très grande variation de la vitesse par l'unique réglage du flux inducteur et disposée de manière permanente en série. Les enroulements induits, inducteurs série et de commutation, sont disposés en série sous la tension totale d'alimentation avec insertion de résistances au début du démarrage, tandis que les enroulements inducteurs shunt sont eux-mêmes disposés en série sous la tension totale d'alimentation avec, dans leur circuit, un rhéostat d'excitation.

Le démarrage s'effectue avec l'excitation shunt maxima, c'est-à-dire en court-circuitant le rhéostat d'excitation et en éliminant successivement deux résistances de démarrage. L'accroissement de la vitesse est ensuite obtenu en réduisant progressivement l'excitation shunt au moyen de son rhéostat. La manœuvre inverse, c'est-à-dire l'accroissement progressif de l'excitation shunt, conduit à réaliser sur les induits une force électromotrice supérieure à la tension en ligne et, par suite, à renvoyer sur cette dernière un courant plus ou moins intense selon la rapidité de variation de l'excitation shunt. Ce renvoi d'énergie à la ligne s'accompagne d'une diminution de l'énergie cinétique du véhicule, c'est-à-dire, en définitive, de la vitesse de marche.

L'emploi de moteurs à grande variation de la vitesse par le réglage du flux et alimentés sous tension constante permet la suppression du groupement en série, puis, en parallèle des moteurs et par suite : la suppression des pertes rhéostatiques correspondant à la transition du premier au deuxième groupement, une importante simplification des combinateurs, du câblage et de l'équipement général. La manœuvre du moteur et la conduite du véhicule sont très simplifiés et demandent beaucoup moins d'attention de la part du conducteur.

Les essais réalisés ont montré qu'un tel moteur permettait une économie importante d'énergie.

A. Bc.

Mines

Les schistes bitumineux en Italie. — La Sicile, pays du soufre est aussi un pays à pétrole, l'association de ces deux richesses étant à peu près constante dans le monde. Deux appareils à distiller les schistes bitumineux ont été mis en marche à Raguse. Ils pourront produire 25.000 tonnes par an.

Le *Courrier des Pétroles* du 19 janvier 1931 ajoute que si les résultats confirment les prévisions l'exploitation sera poussée jusqu'à 400.000 tonnes en 1940, enfin que la qualité des huiles extraites du schiste de Raguse est analogue à celle du pétrole brut américain du Texas et de Californie.

L. R.

Statistique

Production du mercure en Algérie. — Le gisement exploité dans le département de Constantine, par la Société des Mines de Ras el Ma paraît si important que l'Algérie pourra devenir un des plus gros producteurs de mercure du monde. Les travaux d'exploitation sont à présent presque terminés et les établissements peuvent traiter 120 tonnes de minerai par jour.

L. R.

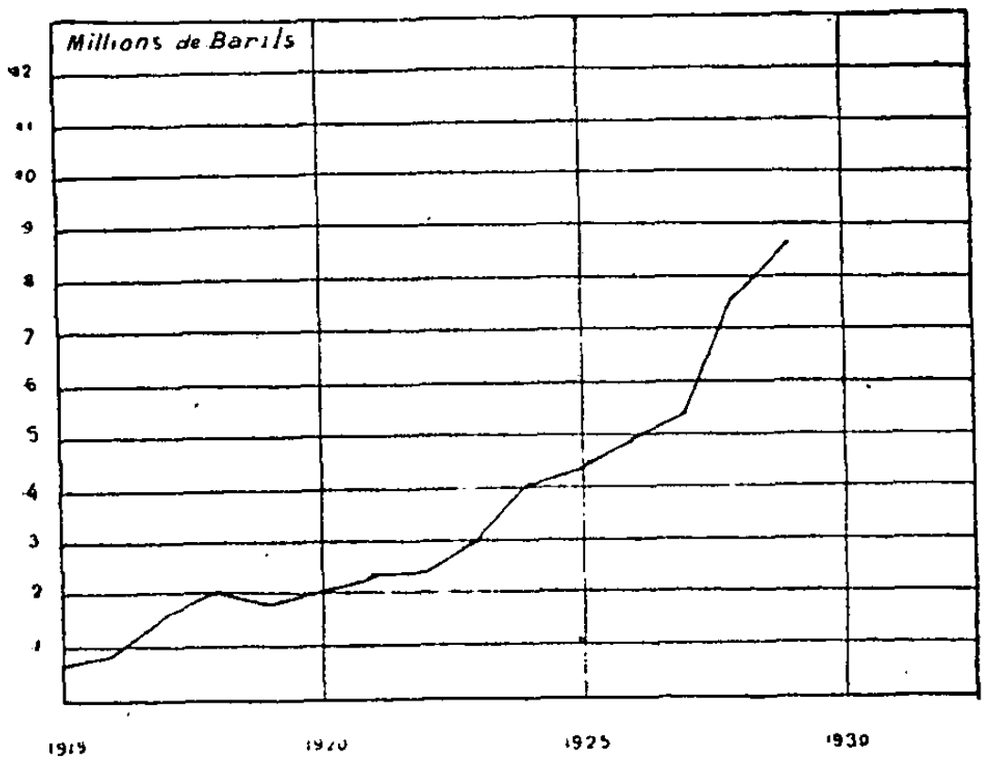
Production de l'acide sulfurique en Europe. — Cette production répartie par pays serait la suivante d'après les nombres fournis par le Département du Commerce des Etats-Unis et reproduits par l'*Industrie Chimique*, octobre 1930.

Allemagne	2.336.000	tonnes
France	1.650.000	—
Grande-Bretagne	1.550.000	—
Italie	1.304.000	—
Belgique	936.000	—
Espagne	750.000	—
Tchéco-Slovaquie	400.000	—
Pologne	388.000	—

Pays-Bas	200.000	—
Russie	188.000	—
Suède	177.000	—
Portugal	173.000	—
Danemark	120.000	—
Suisse	76.000	—
Grèce	70.000	—
Autriche	52.000	—

L. R.

Production du pétrole à Trinidad. — Cette production est en accroissement depuis 1905. Les statistiques publiées par le *Courrier des Pétroles* le 6 octobre 1930 indique pour 1912-1913, 503.000 barils; pour 1913-1914, 643.000; pour 1914-1915, 1.050.000 barils enfin depuis



1915 les productions par années se sont élevées progressivement à 8.715.652 barils en 1929 comme on peut le voir sur le graphique établi à l'aide des nombres de barils publiés. En 1930, d'après l'extension des travaux, on peut supposer que la production sera plus élevée. Le raffinage et l'exportation ont suivi régulièrement la marche de la production.

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er juin 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Drach.* — **Sur les valeurs moyennes partielles et leur application aux problèmes de Physique mathématique.**

— *G. Giraud.* — **Détermination des tenseurs par des équations aux dérivées partielles jointes à des conditions à la frontière.**

— *G. Polya* et *G. Szegö* (transm. par M. Hadamard). — **Sur quelques propriétés qualitatives de la propagation de la chaleur.**

— S. *Stoilow* (transm. par M. Hadamard). — **Sur l'inversion des transformations continues de deux variables.**

— *Gr. C. Moisil* (transm. par M. Hadamard). — **Sur un système d'équations fonctionnelles.**

— *N. Aronszajn* (prés. par M. Hadamard). — **Une remarque sur les singularités de séries de Dirichlet.**

— *R. Gosse* (prés. par M. E. Goursat). — **De l'intégration d'une équation de la première classe.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *F. Bureau.* — **Sur quelques propriétés des fonctions uniformes au voisinage d'un point singulier essentiel isolé.**

ALGÉBRE. — *M. d'Ocagne.* — **Remarques sur l'interpolation à propos d'une Note récente de M. Wolkowtsch·**

CINÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *F. E. Myard* (prés. par M. M. d'Ocagne). — **Chaîne fermée à cinq couples rotoïdes, déformable au premier degré de liberté.**

HYDRODYNAMIQUE. — *E. Crausse* et *J. Baubiac* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur l'application d'une méthode d'enregistrement à l'étude des tourbillons se produisant dans les liquides.**

Le procédé consiste en l'interposition, au point intéressant, d'un fil métallique fin, de résistance ohmique élevée et de fort coefficient de température parcouru par un courant. Toute variation de vitesse se produisant autour du fil modifie sa température et par suite sa résistance. Le fil constitue l'une des branches d'un pont de Wheatstone préalablement équilibré. Chaque variation de vitesse est donc décelée par une variation correspondante de la déviation du galvanomètre, déviation qu'il est facile d'enregistrer.

ASTRONOMIE STELLAIRE. — *H. Mineur, Varchon, Barbier* et *Mlle Canavaggia, Chevallier* et *Roumens* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur les mouvements d'ensemble des étoiles.**

Pour réaliser cette étude les auteurs ont classé les étoiles en 19 groupes d'après leur catégorie spectrale et leur distance du soleil. Ils ont utilisé les 5.500 vitesses radiales actuellement connues et pour chaque groupe ils ont calculé les coefficients du développement de la vitesse radiale moyenne en série de fonctions sphériques, jusqu'aux termes du troisième degré, par rapport aux cosinus directeurs α, β, γ.

ASTRONOMIE. — *J. Renaux* (prés. par M. E. Esclangon). — **Nouvelle contribution à l'étude de la réduction des clichés photographiqnes.**

— *G. Fayet* (prés. par M. E. Esclangon). — **Proximités d'orbites cométaires et de l'orbite de Pluton.**

Parmi les 28 proximités d'orbites mises en évidence, une seule, relative à la comète parabolique 1898 V, correspond, dans l'intervalle considéré, à une approche effective des astres, vers le milieu de 1920.

En examinant les 10 proximités correspondant à des orbites cométaires elliptiques, on trouve qu'un rapprochement effectif de certains de ces astres avec Pluton a pu ou pourra éventuellement se produire au voisinage des époques signalées, à titre de simples indications, par l'auteur.

RELATIVITÉ. — *P. Straneo* (prés. par M. E. Cartan). — **Théorie unitaire de la gravitation et de l'électricité.**

PHOTOGRAPHIE. — *E. Estanave* (prés. par M. Cotton). — **Sur la projection, en relief dans l'espace, de l'image composite enregistrée par la plaque autostéréoscopique.**

Le dispositif indiqué par l'auteur permet d'obtenir par vision directe la perception stéréoscopique dans l'espace, en partant des deux images du sujet inscrites sur la plaque austostéréoscopique ou sur un stéréogramme à réseau séparé.

SPECTROGRAPHIE. — *V. Dolejsek* et *J. Kubicek* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur la complexité de la série L du baryum.**

CINÉMATOGRAPHIE. — *E. Huguenard* et *A. Magnan* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur un cinématographe ultra-rapide donnant de 2000 à 3000 images par seconde**

Le film est séparé en un certain nombre de bandes, impressionnées chacune par un objectif spécial, les divers objectifs travaillant à tour de rôle à intervalles de temps égaux. A cet effet, on place côte à côte quatre objectifs de petites dimensions, couvrant chacun un quart de la largeur du film normal; on a ainsi des images qui ont chacune environ 6 mm. sur 5 mm. Devant ces objectifs tourne en obturateur spécial. Il en résulte que, sur la surface occupée par une image ordinaire d'un film, on peut loger au moins douze vues.

SPECTROCHIMIE. — *S. Takvorian* (prés. par M. G. Urbain). — **Recherche de l'élément 61 au moyen de la spectrographie optique.**

L'auteur a utilisé la spectrographie d'arc, mais au lieu d'une lecture directe, les spectres obtenus à l'aide des différentes fractions furent photométrés au moyen du microphotomètre enregistreur de Chalonge-Lambert. De cette façon, en même temps que chaque raie est traduite par un minimum de transparence, l'échelle des longueurs d'onde se trouve multipliée par un coefficient pouvant varier entre 15 et 20.

Des tableaux donnent les principales raies, pour le néodyne, dans la région allant de 3150 U Å à 3200 U Å.

RADIOACTIVITÉ. — *L. Goldstein* (prés. par M. J. Perrin). — **Atomes de recul dans les gaz rares.**

Les gaz étudiés ont été l'argon, le néon et l'hélium. Sous le champ de saturation les rendements ont été les mêmes dans ces trois gaz. Pour une pression donnée, le rendement sur la cathode augmente avec l'intensité du champ après avoir passé par une valeur minimum. Dans les conditions de saturation le rendement sur la cathode est plus faible que dans l'air et que, inversement, le rendement sur l'anode est plus élevé.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mlle L. S. Lévy* (prés. par M. G. Urbain). — **Equilibres d'adsorption sur le bioxyde de manganèse préalablement précipité.**

Cette étude a porté sur l'adsorption du manganèse divalent Mn^{I} par un bioxyde aussi pur que possible et sur son déplacement par un sel de cuivre. L'auteur démontre l'existence d'un équilibre d'adsorption de Mn^{II} et celle d'un équilibre de déplacement.

E. Rinck (prés. par M. G. Urbain). — **Diagramme de solidification des alliages calcium-sodium.**

L'auteur montre qu'il existe une méthode permettant de trouver avec une précision satisfaisante la courbe de solubilité en fonction de la température de deux métaux partiellement miscibles. Il faut remarquer que cette méthode s'applique également dans le cas où l'effet thermique de la réaction d'équilibre étudiée est notable, c'est-à-dire quand la concentration de la phase saline du système monovariant dépend de la température.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *P. Villard.* — **Sur le titrage de l'acide phosphorique.**

Cette Note est consacrée à la discussion de celle que M. Sanfourche a donnée aux *C. R.* (192, 1931, p. 1225). M. Villard remarque qu'elle confirme entièrement et, s'étendant à la strontiane, complète les résultats que lui-même avait publiés l'année dernière (*C. R.*, 191, 1930, p. 1101).

CHIMIE GÉNÉRALE. — *A. Chrétien* (transm. par M. P. Weiss). — **Constante diélectrique et constitution chimique. Méthode de mesures.**

L'auteur a réalisé une technique simple s'adaptant à ce genre de recherches, en modifiant la méthode du pont alternatif décrite en 1894 par Nernst. Deux des bras du pont sont constitués par deux condensateurs variables isolés au quartz, de capacité maximum égale à 0.001 microfarad. L'un de ces condensateurs a été étalonné par la méthode balistique, en utilisant une tension de 500 volts. La mesure consiste à équilibrer le pont en mettant la capacité inconnue en parallèle successivement avec les deux capacités du pont.

CHIMIE MINÉRALE. — *M. Lemarchand* et *H. L. Roman* (prés. par M H. Le Chatelier). — **Action des anhydrides sur les métaux.**

Les expériences effectuées établissent les conditions de fixation directe de l'anhydride CO^2 sur K et Na et montrent la possibilité de l'action des anhydrides sur les métaux.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *C. Baron, C. Boulanger* et *R. Le Grain* (prés. par M. P. Painlevé). — **Contribution à l'étude des mélanges essence-alcool-benzol.**

Les mélanges essence-benzol utilisés dans les moteurs d'aviation donnent lieu au phénomène de givrage dans le carburateur et sont instables à basse température. Les essais relatés dans cette Note montrent qu'un carburant composé de 70 p. 100 d'essence d'aviation, 20 p. 100 de benzol et 10 p. 100 d'alcool absolu offre l'avantage d'éviter le givrage et de présenter une grande stabilité aux basses températures, tout en conservant les qualités précieuses du mélange alcool-benzol.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. B. Senderens.* — **Déshydratation catalytique, en phase gazeuse, des alcools formé-niques en présence de la ponce sulfurique et phosphorique.**

L'acide phosphorique serait un déshydratant des alcools moins actif en phase gazeuse qu'en système liquide. Il n'en est plus de même pour l'acide sulfurique dont le rôle de catalyseur est rendu manifeste par la minime quantité qui en est employée en phase gazeuse. Ainsi se trouve confirmé que, dans les fortes proportions d'acide sulfurique réclamées par la préparation de l'éther par voie humide, la presque totalité sert à atteindre la température où une très faible partie de cet acide agit comme catalyseur.

— *Deluchat* (prés. par M. Matignon). — **Ortho-et méta-divinylbenzènes. Ortho-et méta-diacétylbenzènes.**

Ch. Dufraisse et *R. Buret* (prés. par M. Delépine). — **Recherches sur les oxydes organiques dissociables : un rubrène dimétoxylé.**

R. Quelet (prés. par M. Delépine). — **Sur les éther-oxydes monométhyliques et monoéthyliques du paraxylylène-glycol.**

— *P. Carré* et *P. Mauclère* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la préparation de l'hydrobenzoïne et sur le système benzoïne-hydrobenzoïne.**

L'hydrogénation de le benzoïne a été réalisée en chauffant entre 125 et 160° une solution alcoolique de benzoïne très pure avec l'hydrogène sous 150 atm. environ pendant 4 à 5 heures en présence de nickel réduit à 280°. On a ainsi obtenu l'hydrobenzine avec un rendement de 80 à 90 p. 100. Ce procédé constitue le meilleur mode de préparation de l'hydrobenzine inactive.

— *Lespieau* et *R. L. Wakeman* (prés par M. Matignon). — **Méthyl 1-éthyl-2-Cyclopropane.**

— *G. Lévy* (prés. par M. A. Desgrez). — **La β éthylnaphtaline et ses produits d'hydrogénation.**

MINÉRALOGIE. — *A. Lacroix.* — **Les minéraux de la syénite néphélinique à ægyrine du nord de l'île Kassa. Les divers phases pneumatolytiques des syénites néphéliniques de l'archipel de Los.**

— *St. Pavlovitch.* — **Transformations de la braunite sous l'action de la chaleur.**

Cette étude conduit l'auteur à conclure que la braunite ne peut être considérée comme l'équivalent naturel cristallisé de l'oxyde Mn^2O^3 pur ni comme sa combinaison ou son mélange à un métasilicate de manganèse. L'hypothèse la plus vraisemblable consiste à admettre que le braunite est l'oxyde Mn^2O^3 dans quoi une partie du manganèse est remplacée par du silicium; sa formule doit donc s'écrire : $(Mn, Si)^2O^3$. Le départ de l'oxygène sous l'action de la chaleur détruit l'équilibre, probablement très instable, de ce remplacement, et provoque la séparation du silicium à l'état de téphroïte.

HYDRAULIQUE SOUTERRAINE. — *Montagné* (prés. par M. Jouguet). — **Sur les débits des sources en régime non influencé.**

HYDROLOGIE. — *F. Diénert.* — **Contribution à l'étude de l'origine des eaux souterraines.**

La vapeur d'eau atmosphérique ne peut contribuer à l'alimentation des eaux souterraines que si la circulation de l'air, dans le sol, est facile et de débit suffisamment abondant. La diffusion de la vapeur d'eau est uniquement réglée par la température du sous-sol et il y a à déterminer l'importance de la circulation de l'air dans le sol.

L. Franchet.

BOTANIQUE. — *Mlle Germaine Py* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur l'évolution des constituants cytoplasmiques des cellules polliniques du *Vincetoxicum officinale*.**

C'est généralement au moment de la formation des jeunes grains de pollen que certains éléments du chondriome se différencient en plastes, les uns, en forme de massue, de têtard, les autres, allongés, courbés en S ou en U. Ces derniers ressemblent d'une façon frappante aux lépidosomes remarqués par Parat dans la spermatogenèse de l'*Helix pomatia* et surtout à ceux observés par Radu dans le canal déférent de l'*Armadillium vulgare*.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Labergerie* (prés. par M. L. Mangin). — **Action des circuits oscillants sur la dégénérescence des pommes de terre.**

Les expériences relatées dans cette Note montrent comment les circuits de Lakhovsky peuvent être utilisés avec succès pour lutter contre la dégénérescence des pommes de terre. Ils font également ressortir l'influence très marquée de la nature du métal constituant le circuit, celui en cuivre donnant de meilleurs résultats que ceux en aluminium, nickel et plomb.

PHYSIOLOGIE. — *F. Maignon* et *J. Guilhon* (prés. par M. E Leclainche). — **Influence des saisons sur les combustions respiratoires chez le chien.**

Sur le chien témoin, on constate très nettement les variations saisonnières des combustions respiratoires avec le maximum de printemps en mai. Les expériences montrent que les sujets castrés recommencent à subir au bout d'un temps assez court, trois semaines à un mois environ, l'influence des saisons, et cela d'une façon sensiblement aussi marquée que les témoins.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A Machebœuf* (prés. par M. G. Bertrand). — **Recherches sur le rôle des lipides et des protéides sanguins dans les échanges d'eau dans l'organisme.**

Au cours d'une série de recherches sur des sérums pathologiques, l'auteur a constaté que, dans le sérum, les protéides n'agissent pas seuls sur la pression de Starling et il a soupçonné une intervention des lipides. Certains lipides et, tout particulièrement, semble-t-il, les phosphoaminolipides, contribueraient à la régulation de la pression osmotique existant entre le plasma d'une part et le milieu extra-capillaire d'autre part.

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Léon Binet* et *J. Magrou* (prés. par M. F. Mesnil). — **Glutathion, croissance et cancer des plantes.**

Chez le *Pelargonium* inoculé avec le *Bact. tumefaciens*, dans la tumeur en période évolutive, le taux du glutathion réduit est beaucoup plus élevé que dans la feuille et que dans la tige. Cette élévation de la teneur en glutathion est fonction de la rapidité de croissance de la tumeur. Le glutathion disparaît de la tumeur quand celle-ci se nécrose. D'autre part, la malignité de la tumeur ne semble pas jouer, comme l'ont déjà soutenu J. Lecloux, R. Vivario et J. Firket dans le cas de la souris sarcomateuse. En effet, dans le bourgeon terminal normal de *Pelargonium*, dont la prolifération est considérable, le glutathion atteint des chiffres beaucoup plus élevés encore.

P. Guérin.

Séance du 8 juin 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Rosenblatt.* — **Sur l'unicité des solutions des équations aux dérivées partielles du premier ordre.**

— *C. E. Vinon* (prés. par M. Hadamard). — **Sur des limites dépendant des moyennes de Hölder et Cesàro.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *E. Baticle* (prés. par M. Mesnager). — **Sur les probabilités relatives aux phénomènes intermittents et durées variables.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *N. Obrechkoff* (prés. par M E. Borel). — **Sur la sommation des séries de Dirichlet.**

ÉLASTICITÉ. — *E. Callandreau* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Solutions approchées des lignes de rupture dans un massif pulvérulent.**

MÉCANIQUE. — *J. Le Roux.* — **Expression invariante de la loi de gravitation.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *P. Dive* (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'attraction des ellipsoïdes homogènes.**

MÉTÉOROLOGIE. — *A. Puppo.* — **Sur la trombe du 24 juillet 1930 dans le territoire de Treviso-Udine.**

Cette trombe fut l'une des plus considérables observées en Europe. La vitesse maximum aurait été de 80 m/s à peu près : la vitesse maximum de rotation aurait été égale à 60 m/s.

SPECTROSCOPIE. — *H. Deslandres.* — **Relations simples du spectre moléculaire avec la structure de la molécule.**

Cette étude, poursuivie avec les seules données de l'observation a montré que le spectre moléculaire infrarouge

est sous la dépendance de nombres entiers et qu'il faut fournir des indications utiles sur la structure interne de la molécule.

THERMOCHIMIE. — *G. Chapas* (prés. par M. Matignon). — **Chaleurs de dissolution de l'acide benzoïque dans le toluène.**

La chaleur intégrale de dissolution de l'acide benzoïque dans le toluène varie peu avec la concentration de la solution résultante; elle décroît légèrement lorsque la concentration augmente.

RADIOACTIVITÉ. — *Nahmias* (prés. par M. J. Perrin). — **Fluctuation de parcours des rayons α du polonium dans différents gaz.**

La fluctuation de parcours est presque identique dans l'air et l'argon, tandis qu'elle est nettement supérieure dans l'oxygène et le gaz carbonique.

— *Mme I. Curie* et *M. Lecoin* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur un nouveau composé gazeux du polonium.**

Quand on volatilise le polonium dans un mélange gazeux $CO+CO^2$ le phénomène est tout différent de celui qui se produit quand on opère dans un courant d'azote. Cette différence ne paraît pouvoir s'expliquer que par la formation d'un composé gazeux du polonium : il est possible qu'il s'agisse d'un polonium carbonyle analogue au nickel carbonyle.

RADIOCHIMIE. — *M. Haïssinsky* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le comportement électrochimique et chimique du polonium en milieu tartrique.**

D'après les résultats obtenus le polonium se combinerait avec l'acide tartrique sous forme d'un complexe soluble, facilement hydrolysable et peu stable. B. Richardson a constaté par voie électrolytique, un comportement analogue pour le bismuth. On sait, en outre, depuis longtemps que l'ion tartrique empêche la formation de peroxydes de cet élément sur l'anode. Dans le cas étudié par l'auteur, le cation aussi est partiellement réduit, de sorte que le polonium, en solution tartrique, est présent sous deux formes, de valences différentes, et en équilibre entre elles : le potentiel critique 0,38 volt correspondrait alors à la décharge de l'ion normal, le potentiel 0.03 volt à celle de l'ion réduit.

CHIMIE PHYSIQUE. — *G. Allard* (prés. par M. G. Urbain). **Moments électriques et constitution moléculaire.**

— *W. Swietoslawski* (prés. par M G. Urbain). — **L'ébullioscope pour examiner la pureté des individus chimiques liquides.**

L'auteur décrit à l'aide d'une figure les modifications qu'il a fait subir à son ébullioscope, décrit antérieurement, en vue de ses expériences pour la détermination de la pureté des substances liquides.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *L. Lematte, G. Boinot, E. Kahane* et *Mme Kahane* (prés. par M. A. Desgrez). — **Emploi du mélange nitroperchlorique pour le dosage de la silice dans les substances végétales.**

A leur ancien procédé de minéralisation nitroperchlorique, les auteurs ont associé le procédé de Willard qui consiste à insolubiliser la silice par ébullition au sein de l'acide perchlorique concentré. Ils montrent que le dosage peut être ainsi effectué d'une façon rapide et aisée.

CHIMIE MINÉRALE. — *J. B. Senderens.* — **Hydratation comparée de l'acide sulfurique et des bisulfates alcalins; ses rapports avec l'activité catalytique.**

Alors que l'acide sulfurique possède deux fonctions acides qui, libres l'une et l'autre, peuvent jouer le rôle de catalyseur, les bisulfates ont leur unique fonction acide qui dépend du reste de la molécule, et c'est par conséquent à la molécule tout entière et non à la seule fonction acide qu'appartiendrait leur activité catalytique. Si dans la déshydratation des alcools, cette activité des bisulfates s'exerce par la formation d'hydrates temporaires, et si cette formation est en rapport avec leur acidité pour l'eau, on s'explique que le bisulfate de sodium soit un catalyseur beaucoup plus actif que le bisulfate de potassium.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *P. Pascal* et *Mlle Bernheim.* — **Etude d'un mode de transformation de la cyanamide calcique en cyanure.**

Dans l'industrie on chauffe la cyanamide calcique en présence de chlorure de sodium qui agit comme diluant et ionisant. Les auteurs ont voulu étudier l'opération au point de vue du rendement. Ils sont partis du cyanamide chimiquement pur additionné de proportions variables de sel marin et de charbon de bois.

Ils ont observé que pour chaque mélange, le rendement croît toujours avec la température et qu'à chaque température, le rendement est amélioré quand on augmente la proportion de chlorure de sodium, mais, par contre, quand on descend à 0,2 partie de charbon pour 1 de cyanamide.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sou Phou Ti* (prés. par M. Delépine). — **Action du bromure d'éthylmagnésium sur la N-diéthylmonochloroacétamide.**

— *J. Hoch* (prés. par M. Delépine). — **Synthèse de quelques dérivés des acides arylacétique et β-arylpropionique.**

— *R. Delabry* et *Mme S. Guillat-Allègre* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur les aldéhydes α. β-éthyléniques à chaîne linéaire.**

Les auteurs ont préparé, suivant le procédé qu'ils indiquent, les β-éthyl-propyl-butyl et isoamylacroléines, composés relativement stables qui distillent sans décomposition à la pression atmosphérique; on n'observe pas de polymérisations du genre de celle de l'acroléine. Ce sont des liquides incolores, à odeur très pénétrante, légèrement suffocante pour les homologues propylé et éthylé; ils réduisent à froid le nitrate d'argent ammoniacal et agissent comme l'acroléine sur le réactif de Schiff. Ils donnent difficilement des combinaisons bisulfitiques, mais fournissent des semicarbazones et des *p*-nitrophénylhydrazones bien cristallisées qui permettent de les caractériser.

L. Franchet.

PHYSIOLOGIE. — *Georges Claude.* — **Sur la respiration humaine dans les enceintes sous le vide.**

A la condition d'alimenter les scaphandriers, non en air envoyé du dehors, mais en oxygène *pur* neuf ou régénéré, réglé à une pression absolue égale à sa pression partielle normale dans l'air, soit 0 atm. 2, la liberté de mouvement des scaphandriers sera obtenue, leur respiration assurée dans des conditions sensiblement normales et le léger scaphandre étanche dont ils devront être entièrement habillés n'aura à supporter que le faible excès des 0 atm. 2 intérieurs sur la pression de l'enceinte.

— *A. M. Monnier* (prés. par M. Lapicque). — **Un myographe piézo-électrique. Son application à l'analyse de la secousse isométrique des muscles.**

En faisant appel aux propriétés piézo-électriques du quartz, l'auteur a réalisé un dispositif paticulièrement

favorable pour permettre d'élucider un fait important qui est resté douteux avec les myographes mécaniques et a été récemment attribué à des frottements de l'appareil, à savoir qu'entre les deux phases de la secousse (contraction et relaxation) existe une discontinuité, qui était d'abord apparue sous la forme d'un angle.

— *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Importance et signification de la capacité vitale.**

De nombreux observateurs ont montré que cette capacité varie suivant la taille. L'auteur établit que, chez toute personne valide, ne souffrant d'aucune maladie respiratoire, la capacité vitale est une constante individuelle.

— *Mlle E. Lebreton* et *F. Mocoroa* (prés. par M. Roux). — **Nombre et nature des ferments protéolytiques du suc pancréatique.**

Le suc pancréatique de sécrétion ne contient, outre la prokinase, que des *ferments tryptiques :* protéinase inactive et carboxylopeptidase directement active. Les ferments éreptiques qu'on trouve dans les macérations glycérinées de pancréas sont endocellulaires et ne passent pas normalement dans le suc.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Duparque* (prés. par M. Ch. Barrois). — **Sur la structure microscopique et l'origine des houilles à coke et des houilles bitumineuses.**

Les accumulations riches en cutine n'ont normalement subi que des amaigrissements susceptibles de donner naissance aux différents types de houilles bitumineuses qui sont toutes des houilles de spores ou de cuticules. Les accumulations riches en lignine ont subi des amaigrissements variables et ont donné des houilles à coke et des anthracites.

La dualité d'origine des houilles à coke dont la plupart dérivent de dépôts riches en lignine, mais dont certaines proviennent d'un amaigrissement accentué de dépôts riches en cutine, explique pourquoi à égalité de teneurs en matières volatiles deux houilles peuvent réagir différemment à la cokéfaction.

BOTANIQUE. — *P. Lavialle* et *P. Jaeger* (prés. par M. Mangin). — **L'origine du fruit dans ses rapports avec la pollinisation chez *Knautia arvensis* Coult.**

Deux hypothèses sont possibles : 1° les fruits peuvent naître parthénogénétiquement; 2° les étamines à filet court, à anthère indéhiscente, considérées comme stériles par Müller, produisent un pollen capable de participer aux phénomènes sexuels.

MYCOLOGIE. — *Fernand Moreau* et *Mlle C. Moruzi* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Recherches expérimentales sur la formation des périthèces chez les « Neurospora ».**

Les expériences rapportées dans cette Note font rejeter l'idée d'une copulation à la base du périthèce chez les *Neurospora* réputés hétérothalliques.

L' « hétérotallisme » des *Neurospora* apparaît comme une forme de l'influence qu'exercent l'un sur l'autre deux êtres vivants. Il paraît en relation avec la production d'une substance analogue à une harmozone par un mycélium étranger; il est un cas particulier de la biomorphogenèse et la doctrine de l'absence d'une fécondation à la base du périthèce demeure intacte.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *C. Charaux* et *J. Rabaté* (prés. par M. L. Mangin). — **Contribution à l'étude biochimique du genre *Salix*. Un nouveau glucoside hydrolysable par l'émulsine retiré de l'écorce du *Salix purpurea* L., le salipurposide.**

Les auteurs ont obtenu, avec le *Salix purpurea* L., 1 gr. 40 de salipurposide pour 100 gr. d'écorce fraîche. C'est un corps blanc crême en longues aiguilles soyeuses sans odeur ni saveur, dont le point de fusion a lieu au bloc Maquenne à +227°.

Le salipurposide n'est pas azoté. Il est hydrolysé lentement par l'émulsine. L'acide sulfurique à 5 pour 100 l'hydrolyse en deux heures à l'ébullition. Il se forme pendant l'hydrolyse des cristaux du produit non glucidique de dédoublement. C'est le salipurpurol qui a pu être recueilli et pesé. Il se forme 62, 44 de salipurpurol pour 100 gr. de salipurposide anhydre.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Gavaudan* et *Robert Cazalas* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Sur quelques phénomènes tératologiques observés pendant la spermatogenèse des Characées.**

Les auteurs ont rencontré et examiné dans une centaine d'anthéridies de *Chara fœtida* de nombreux spermatocytes dont les noyaux, au lieu de montrer la division indirecte ordinaire, se fragmentaient en 2 à 15 parties. Dans les jeunes spermatocytes, on assiste parfois à la formation de cloisons supplémentaires qui suit de très près la division du noyau. Il peut se former de la sorte aux dépens d'une unité sexuelle plusieurs spermatocytes secondaires dont la destinée est incertaine, bien qu'ils soient capables de poursuivre assez loin leur différenciation.

Il ne se forme dans les spermatocytes plurinucléés qu'une seule bande granuleuse.

BIOLOGIE AGRICOLE. — *E. Miège* (prés. par M. Blaringhem). — **Lignées à fleurs polycarpiques dans un hybride de *Triticum vulgare* H.**

Dans deux lignées F_8 d'un hybride de *Triticum vulgare* H. (var. *albo-rubrum*, Indian Pearl) × *T. vulgare* H. (var. *oasicolum*, Extrême-Sud Algérien), l'auteur a trouvé, en 1929, des épis dont quelques fleurs étaient pourvues de plusieurs ovaires et produisaient plusieurs fruites fertiles. Ceux-ci, groupés au nombre de deux ou de trois dans les mêmes glumelles, sont distincts et plus ou moins déformés par la compression réciproque qu'ils subissent. Il semble que la présence de trois carpelles soit la règle. A ce groupe ne correspondent toutefois que trois étamines.

Semés l'année suivante, ces différents grains ont donné jusqu'à 47,5 pour 100 de grains doubles et 9,3 pour 100 de grains triples.

ENTOMOLOGIE. — *P. Regnier, L. Lespes* et *C. Rungs.* — **Sur l'habitat de *Schistocerca gregaria* Forsk et la succession des générations chez cette espèce.**

Sur les territoires de l'Afrique nord-équatoriale, compris entre le méridien de Greenwich et la côte Atlantique, l'habitat de *S. gregaria* doit avoir pour limite méridionale le 12° de latitude Nord. Toutefois cette dernière espèce se rencontre concurremment avec *Locusta migratorioides* R. et F. *Anacridium mœstum* Serv.

Pour ce qui a trait à la zone occidentale de l'Afrique nord-équatoriale, les générations obtenues au cours d'élevages, ainsi que le synchronisme observé, permettent de penser que le cycle annuel des générations chez *S. gregaria*, appartenant au type grégaire et aux formes *congregans* ou *dissocians* proches de ce type, comprend deux générations, l'une estivale et l'autre hivernale.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *J. Gayrol* et *L. Genevois* (prés. par M. Molliard). — **Inhibition spécifique de la fermentation alcoolique des cellules de levures sans**

arrêt ni de la respiration, ni de la réaction de Pasteur-Meyerhof, ni de la croissance.

A la dose se 1/10 000 de molécule par litre (14 mg. par litre), l'acide monobromatique inhibe d'une manière complète, chez la plupart des levures, la fermentation, sans inhiber ni la respiration, ni la croissance, ni la réaction de Pasteur-Meyerhof.

SPECTROCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ch. Dhéré* (prés. par M. L. Lapicque). — **Sur le spectre de fluorescence de la protochlorophylle.**

Deux spectres photographiés et reproduits dans cette Note sont ceux de la protochlorophylle en solution dans l'alcool méthylique et dans l'éther éthylique. Il n'y a qu'une seule bande de fluorescence dans les deux cas. Deux autres spectres, joints aux précédents, concernent des mélanges de protochlorophylle et de chlorophylle ordinaire, également en solution dans l'éther.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Mlle D. VanStolk, J. Guilbert, H. Penau* et *H. Simonnet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Carotène pur et vitamine.**

L'expérience montre le carotène provenant de la saponification directe guérit l'avitaminose A, à la dose quotidienne de 0 mg. 005 et que celui résultant de onze cristallisations successives est encore actif à la dose de 0 mg. 002.

Le carotène très pur est donc capable de maintenir l'équilibre pondéral du rat et d'empêcher les phénomènes d'avitaminose de se manifester chez cet animal.

— *Cl. Fromageot* (transm. par M. Grignard). — **Origine de l'énergie mise à la disposition des microorganismes au cours de la fermentation des hexoses.**

C'est dans la scission de la molécule d'hexose initial en deux molécules d'hydrate de méthylglyoxal que la levure peut, en milieu anaérobie, trouver l'énergie qui lui est nécessaire.

MÉDECINE. — *Denier La Tour du Pin* (prés. par M. d'Arsonval). — **Fixation élective des ions médicamenteux par l'électro-aimant.**

Des observations très intéressantes montrent l'action efficace de l'ionisation médicamenteuse fixée par l'électro-aimant. On peut croire que l'électro-aimant augmente l'efficacité de l'ionisation en concentrant les ions sur le territoire intéressé; d'où son utilité dans les lésions difficilement accessibles au champ de la diélectrolyse : lésion des lobes cérébraux, de la moelle épinière où l'os fait barrière; lésions du thorax ou de l'abdomen où le fort volume empêche la fixation des ions sur un point voulu.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Georges Blanc* et *J. Caminopétros* (prés. par M. Roux). — **Le virus de la fièvre boutonneuse (fièvre exanthématique provenant du sang de malades ou de l'organisme de la tique est filtrable.**

Le virus de la fièvre boutonneuse n'est pas précipité par centrifugation de 20 minutes à la vitesse de 2.500 tours.

Le virus présent dans le sérum du sang et dans l'organisme de la tique, *Rhipicephalus sanguineus*, est filtrable. Il traverse les bougies Chamberland L 2 et L 5.

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Jakob Eriksson, Correspondant de la Section d'Economie rurale vient de mourir. Il était Professeur honoraire de Botanique à l'Académie Royale de Stockholm et Directeur honoraire de la Station centrale botanique de Suède. Les travaux concernent la systématique et la morphologique des céréales, ainsi que les parasites des plantes de grande culture.

Office national des Combustibles liquides. — Cet Office ouvrira en octobre prochain une Ecole pour l'étude des applications mécaniques des Combustibles liquides.

Le développement des moteurs à combustion interne s'affirme partout avec ampleur, cependant la France n'occupe dans ce domaine qu'un rang très inférieur, c'est ainsi que sur 1.500.000 t. de bateaux à moteurs Diesel construits en 1930, la France ne contribue que pour 55.000 t. et les maisons françaises qui construisent du moteur Diesel à grande puissance, font usage de licences étrangères.

Il a donc paru à l'Office national des Combustibles Liquides nécessaire de créer un enseignement supérieur pratique pour la formation d'ingénieurs, spécialisés dans l'étude et la construction de ce type de moteur, et qui font défaut à l'heure actuelle à l'industrie française.

Pour tous renseignements s'adresser à l'Office national des Combustibles liquides, 85, boulevard Montparnasse, Paris (6e).

Laboratoire national de radioélectricité. — Il est institué un laboratoire national de radioélectricité qui est rattaché au Ministère des Postes, Télégraphes et Téléphones.

Le Laboratoire national de radioélectricitée est ouvert à tous les services de l'Etat ainsi qu'à l'industrie radioélectrique française; les diverses administrations de l'Etat conservent toutefois leur entière indépendance pour la direction, l'organisation et l'exploitation de leurs services radioélectriques particuliers dans les limites assignées par les lois, décrets et conventions en vigueur, ainsi que pour les recherches et études qui leur sont spéciales.

Le Laboratoire national de radioélectricité entreprend les recherches scientifiques se rattachant à la radioélectricité;

Exécute toutes les études de laboratoire et expériences pratiques d'ordre général qui lui sont demandées par les services de l'Etat.

Procède aux études pouvant lui être demandées en dehors des services de l'Etat à l'exclusion des essais et vérifications en série d'appareils de commerce;

Construit tous les appareils d'étude et modèles de matériel dont la réalisation est l'aboutissement des recherches ou études ci-dessus, à l'exclusion des fabrications en série;

Prend part aux recherches scientifiques d'intérêt général organisées par des groupements nationaux ou internationaux de radioélectricité;

Conserve les appareils étalons nécessaires aux mesures de radioélectricité;

Donne des avis sur les questions scientifiques touchant à la radioélectricité, qui lui seront soumises;

Collabore à l'instruction scientifique d'ordre supérieur notamment par des publications sans, toutefois, qu'aucun enseignement régulier dépende du laboratoire.

Le Laboratoire national est géré et administrée par un directeur qui a un ordonnateur secondaire.

Il est créé un conseil supérieur du Laboratoire dont les

attributions sont fixées et dont la composition est la suivante :

Un membre de l'Académie des Sciences désigné par cette assemblée ;

Deux délégués scientifiques ou techniques désignés par chacun des Ministères ci-après :

Ministère de l'Intérieur ;
Ministère des Postes, Télégraphes et Téléphones ;
Ministère du Budget ;
Ministère de la Guerre ;
Ministère de la Marine militaire ;
Ministère de l'Air ;
Ministère de l'Instruction publique ;
Ministère des Travaux publics ;
Ministère de l'Agriculture ;
Ministère des Colonies.

Sur la proposition du Conseil supérieur, le Ministre des Postes, Télégraphes et Téléphones peut, en plus de ces délégués, nommer au maximum cinq autres membres pris, en principe, dans les sociétés savantes et l'industrie.

Le Conseil désigne son président parmi ses membres. Les fonctions de secrétaire sont exercées par le directeur du Laboratoire ou son délégué.

Tous les membres du Comité ont voix délibérative, chaque département ministériel représenté a deux voix, quel que soit le nombre de ses délégués présents.

En cas d'égalité des voix, celle du président est prépondérante.

Les officiers ou fonctionnaires chargés de mission au Laboratoire ne peuvent faire partie du conseil.

Les fonctions de membre du Conseil sont exclusives de toutes indemnités.

Le Conseil supérieur du Laboratoire est chargé, sous l'autorité du Ministre des Postes, Télégraphes et Téléphones, de toutes les questions intéressant le fonctionnement et le développement du Laboratoire, ainsi que de la direction générale des travaux.

Il décide de l'opportunité des études à entreprendre et de leur ordre d'urgence.

Il présente à la décision du Ministre toutes les propositions concernant les nominations du personnel, son mode de recrutement et les titres et références à exiger des candidats.

Il prépare le projet de budget du Laboratoire, surveille l'emploi des crédits.

Il soumet à l'approbation du Ministre le tarif des essais et travaux donnant lieu à remboursement.

Le Conseil supérieur se réunit obligatoirement au moins tous les deux mois. Il peut, en outre, être convoqué à la demande d'un Ministère ou sur l'initiative de son président.

Le personnel du laboratoire est nommé par le Ministre des Postes, Télégraphes et Téléphones, sur la présentation du Conseil supérieur du Laboratoire.

Vie scientifique et universitaire

Universités. — L'arrêté du 27 mars 1928, complété et modifié par les arrêtés des 20 décembre 1929 et 14 août 1930, est modifié et complété comme suit :

Les certificats d'études supérieures délivrés par les Facultés des Sciences et correspondant aux matières enseignées par elles, sont répartis par spécialités dans les groupes suivants :

A. — *Sciences mathématiques.*

Groupe I.

Astronomie : Alger, Besançon, Clermont, Dijon, Lille, Montpellier, Nancy, Rennes, Strasbourg.

Astronomie approfondie : Alger, Besançon, Bordeaux, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Paris, Poitiers, Strasbourg, Toulouse.

Groupe II

Mécanique céleste : Besançon, Paris.
Mécanique analytique : Paris.

Groupe III

Calcul différentiel et intégral : Alger, Besançon, Bordeaux, Caen, Clermont, Dijon, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Paris, Poitiers, Rennes, Strasbourg, Toulouse.
Analyse infinitésimale : Grenoble.

Groupe IV

Géométrie supérieure : Lille, Nancy, Paris, Poitiers, Rennes.
Mathématiques supérieures (géométrie supérieure et analyse supérieure) : Lyon, Toulouse.

Groupe V

Analyse supérieure : Bordeaux, Caen, Clermont, Grenoble, Lille, Nancy, Paris, Strasbourg.
Algèbre supérieure : Nancy.

Groupe VI

Mécanique rationnelle : Alger, Besançon, Bordeaux, Dijon, Grenoble, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Paris, Poitiers, Rennes, Strasbourg, Toulouse.
Mécanique : Caen, Clermont.

Groupe VII

Mécanique appliquée : Besançon, Lille, Lyon, Nancy, Rennes.
Mécanique appliquée (option : mécanique industrielle, mécanique agricole) : Toulouse.
Mécanique industrielle : Grenoble.
Mécanique et physique industrielles : Lille.
Mécanique des milieux continus : Grenoble.
Mécanique physique et expérimentale : Paris.

Groupe VIII

Mécanique des fluides : Lille, Lyon, Marseille, Paris, Poitiers, Rennes, Strasbourg. Toulouse.
Aérodynamique et hydrodynamique supérieures : Lille, Paris.

Groupe IX

Calcul des probabilités et physique mathématique : Paris.
Physique mathématique : Strasbourg.

Groupe X

Chronométrie théorique et appliquée : Besançon.

Groupe XI

Technique aéronautique : Paris.

Groupe XII

Mathématiques générales : toutes les Facultés.
Mathématiques, physique et chimie : Lille, Marseille, Paris (répété au groupe B X).

B. — *Sciences physiques.*

Groupe I

Physique générale : toutes les Facultés.
Physique supérieure : Lyon, Nancy.
Physique supérieure et astrophysique : Lille.

Groupe II

Physique appliquée : Alger, Caen, Montpellier, Nancy Rennes.

Physique industrielle : Dijon, Marseille.
Electrotechnique : Grenoble, Lyon.
Electrotechnique générale : Lille, Paris.
Electricité industrielle : Besançon, Clermont, Poitiers, Toulouse.
Radiotélégraphie : Bordeaux, Lille.

Groupe III

Physique du globe : Paris, Strasbourg.

Groupe IV

Optique appliquée : Paris.

Groupe V

Chimie générale : toutes les Facultés.

Groupe VI

Chimie appliquée : Alger, Besançon, Bordeaux, Lille, Montpellier, Nancy, Paris, Strasbourg, Toulouse.
Chimie industrielle : Caen, Clermont, Lyon, Marseille.
Chimie appliquée à l'industrie : Rennes.
Chimie industrielle et agricole : Dijon (répété au groupe B VIII).
Electrochimie et électrométallurgie : Grenoble.
Chimie de la houille et de ses dérivés : Lille.

Groupe VII

Chimie physique : Lille, Lyon, Montpellier.
Chimie physique et électrochimie : Nancy, Strasbourg, Toulouse.
Chimie physique et radioactivité : Paris.

Groupe VIII

Chimie agricole : Clermont, Lille, Poitiers.
Chimie et géologie agricoles : Nancy.
Chimie appliquée à l'agriculture : Rennes.
Chimie industrielle et agricole : Dijon (répété au groupe B VI).

Groupe IX

Chimie biologique : Lille, Lyon, Paris Strasbourg.
Chimie physiologique : Bordeaux.

Groupe X

Mathématiques, physique et chimie : Lille, Marseille, Paris (répété au groupe A XII).
Physique, chimie et histoire naturelle (S. P. C. N.) : toutes les Facultés.

Groupe I

Zoologie : toutes les Facultés.
Anatomie comparée et embryologie : Rennes.

Groupe II

Physiologie : Lyon, Marseille.
Physiologie générale : Paris, Strasbourg.

Groupe III

Evolution des êtres organisés : Nancy.
Biologie générale : Montpellier, Paris, Strasbourg.

Groupe IV

Ethnologie : Faculté des sciences de Paris.

Groupe V

Zoologie appliquée : Alger, Lyon, Toulouse.
Zoologie agricole : Clermont, Nancy.
Zoologie agricole et industrielle : Rennes.
Sciences agronomiques : Caen (répété au groupe C VII).

Groupe VI

Botanique : toutes les Facultés.

Groupe VII

Botanique appliquée : Toulouse.
Botanique agricole : Besançon, Clermont, Lyon, Nancy.
Botanique agricole et industrielle : Rennes.
Sciences agronomiques : Caen (répété au groupe C. V.).

Groupe VIII

Géologie : Alger, Besançon, Bordeaux, Caen, Clermont, Dijon, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Paris, Poitiers, Rennes, Strasbourg, Toulouse.
Géologie et paléontologie : Grenoble.

Groupe IX

Géographie physique : Faculté des Sciences de Lille, Lyon, Paris.
Hydrogéologie, hygiène de l'eau et du sol : Lille.

Groupe X

Géologie structurale et géologie appliquée : Paris.
Géologie et minéralogie appliquées : Grenoble.

Groupe XI

Minéralogie : Alger, Besançon, Bordeaux, Caen, Clermont, Dijon, Montpellier, Nancy, Paris, Poitiers, Rennes, Strasbourg, Toulouse.
Minéralogie théorique et appliquée : Lille, Lyon.
Fait à Paris, le 15 juin 1931.

MARIO ROUSTAN.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Les thèses suivantes ont été soutenues pour le doctorat ès-sciences :

27 juin. — Mlle Mouchet : « *Spermatophores des crustacés décapodes anomoures et brachyoures et castration parasitaire chez quelques pagmes.* »

29 juin. — M. Dieudonné : « *Recherches sur quelques problèmes relatifs aux polynomes et aux fonctions bornées d'une variable complexe.* »

1er juillet. — M. Popa : « *La catalyse du pétrole de Roumanie.* »

— *Faculté de Médecine.* — M. Rathery, Professeur de Pathologie expérimentale et comparée est nommé Professeur de Clinique médicale thérapeutique, en remplacement de M. Vaquez.

M. Laignel-Lavastine, agrégé, est nommé Professeur d'Histoire de la Médecine et de la Chirurgie, en remplacement de M. Ménétrier.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — *Institut technique sanitaire et Hygiène des industries de Paris.* — Cet Institut ouvrira sa prochaine session en novembre.

Les élèves régulièrement inscrits et qui satisfont à l'examen de fin d'études, reçoivent un diplôme d'Etat : *Brevet de Technicien sanitaire.*

Des auditeurs libres sont admis sans être astreints à une scolarité régulière.

L'enseignement, dont la durée est limitée à trois mois, n'est pas exclusivement réservé aux Français ; chaque année des étrangers se font inscrire pour l'obtention du Brevet ou du certificat d'assiduité.

Pour tous renseignements, écrire au Directeur de l'Institut, au Conservatoire des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris (3e).

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Galissot, Maître de Conférences de Mathématiques.

Université de Montpellier. — *Faculté de Médecine.* — M. Vires, Professeur de Thérapeutique et matières médicales est nommé Professeur de Pathologie médicale et Clinique propédentique, en remplacement de M. Vedel.

Université de Nancy. — *Faculté de Médecine.* — M. Vuillemin est nommé Professeur honoraire.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Applications du Calcul Différentiel et Intégral, par D. Leib, Professeur au Collège Connecticut de l'Université de Yale. Traduction A. Sallin. Préface de L. Potin. In-8° de 308 pages. Cambridge University Press. — Prix : 48 francs.

Ce livre peut rendre de grands services à nos étudiants des Facultés et des Instituts techniques par l'heureux choix et l'immense variété de ses nombreux exercices. Le caractère concret offert par beaucoup d'entre eux est des plus suggestifs et fait ressortir, mieux que de hautes considérations philosophiques; la portée des méthodes enseignées. L'excellente présentation de la maison Blanchard contribue à rehausser la valeur de l'ouvrage. G. Bouligand.

The geometrical papers of Sir W. R. Hamilton. Vol. I. Geometrical Optics. In-4° de 534 pages. Cambridge University Press, 1931. — Prix : 50 sh.

L'œuvre d'Hamilton a exercé sur la Science de ces dernières années une répercussion considérable; d'une part, l'inventeur des quaternions, doit être considéré, au même titre de Grasmann, comme le promoteur du courant d'idées qui a donné naissance du Calcul vectoriel et à ses divers prolongements. D'autre part, l'attention particulière qu'il a consacrée aux propriétés d'extrémum en Mécanique et en Optique a exercé sur l'orientation de la Physique une influence décisive.

On doit donc féliciter les Professeurs A.-W. Conway et J.-L. Synge, qui avec l'appui de l'Académie Royale Irlandaise ont entrepris la publication des œuvres d'Hamilton. Dans son ensemble, elle comportera quatre volumes. La plus grande partie du premier est consacrée à des questions d'optique géométrique, mais, on y trouve aussi des mémoires concernant les milieux hétérogènes et anisotropes. Parmi les papiers, encore inédits, d'Hamilton qui trouvent place ici, citons l'étude sur les caustiques, et l'essai sur la théorie des systèmes de rayons; signalons aussi les applications de la méthode de la fonction caractéristique, pour les instruments d'optique.

L'éloge d'Hamilton dû à Charles Graves (1865) et une photographie du grand géomètre contribuent à augmenter l'attrait du présent volume, dont la belle présentation accroît encore la jouissance esthétique du lecteur.

G. Bouligand.

La lumière monochromatique, sa production et son emploi en optique pratique, par Ch. Fabry. Une brochure in-8° de 40 pages. Deuxième édition. Editions de la *Revue d'Optique théorique et instrumentale*, Paris 1930.

Dans beaucoup de questions d'optique pratique, il est intéressant de pouvoir disposer d'une lumière aussi simple que possible. Il en est ainsi, notamment, pour l'étude des surfaces, pour la détermination de certaines constantes optiques telles qu'indice de réfraction, pouvoir rotatoire, et enfin pour tous les phénomènes ou interviennent les interférences. Aussi le problème s'est posé de trouver des moyens commodes pour produire de telles lumières. Dans cette étude, M. Ch. Fabry, avec la précision et la clarté qui caractérisent toutes ses productions, fait connaître les méthodes qu'on peut utiliser suivant les cas pour obtenir des lumières sensiblement monochromatiques.

Après avoir rappelé les définitions relatives à la lumière monochromatique, lumière idéale dont on ne peut que s'approcher sans aucun espoir de la réaliser complètement, il étudie la production de lumière monochromatique par la décharge électrique dans un gaz raréfié et il décrit les dispositifs permettant d'isoler une radiation monochomatique dans une lumière complexe.

En ce qui concerne les applications, il examine les phénomènes d'interférence qui sont actuellement très utilisés pour la vérification des surfaces optiques. Il étudie, notamment, la vérification des lames à faces parallèles et des prismes. Enfin, il insiste sur l'intérêt d'opérer en lumière monochromatique pour étudier les aberrations chromatiques et les diverses propriétés optiques des corps.

A. Bc.

La téléphonie, par Robert Dreyfus. In-16 (*Collection A. Colin*) de 200 pages avec 46 figures. A. Colin, éditeur, Paris, 1931. — Prix : 10 fr. 50.

Ce petit livre expose simplement les principaux problèmes que soulève l'étude du téléphone tant du point de vue technique que du point de vue scientifique. Il comprend successivement : 1° une introduction consacrée à quelques généralités sur le principe du téléphone, le courant téléphonique et sa propagation; 2° la description complète d'un poste téléphonique : récepteur, microphone, organes accessoires; 3° l'étude des lignes et des problèmes multiples que soulève la propagation d'un courant téléphonique; 4° la description et l'étude du fonctionnement des installations; installations manuelles, automatiques et privées.

A. Bc.

Où en est l'électrochimie, par P. Bary. In-12 de 200 pages avec 61 figures. Gauthier-Villas, éditeurs, Paris. — Prix : 30 francs.

M. P. Bary, à qui l'on doit en même temps que de très intéressantes recherches originales sur les colloïdes, plusieurs ouvrages d'ensemble sur ces corps, nous donne aujourd'hui un exposé de l'état actuel de l'électrochimie. Cette science, qui touche à la fois de si près à la chimie et à la physique, est basée essentiellement sur la transformation directe de l'énergie électrique en énergie chimique. On sait combien sont importants les problèmes qui ressortissent à cette science tant du point de vue théorique, par les problèmes que soulève l'étude du passage de l'électricité dans les électrolytes, passage qui a suggéré, pour la première fois, la notion de charge élémentaire d'électricité, que par l'importance industrielle des applications de l'électro-chimie qui constitue, dans les usines hydro-électriques, un facteur de régularisation extrêmement important.

L'exposé comprend tout naturellement une partie théorique où l'auteur a condensé ce qu'il est essentiel de connaître sur les liens entre l'électricité et la matière. Après avoir rappelé quelques généralités concernant le passage du courant électrique dans les solutions électrolytiques, l'auteur aborde le problème capital de la réversibilité dans ces phénomènes, qui intervient à un si haut degré dans le fonctionnement d'une pile et celui des accumulateurs. Le chapitre suivant commence l'étude des applications de l'électrochimie par la description de la galvanoplastie, de l'affinage électrolytique du cuivre et de quelques autres

métaux, la production électrolytique de composés minéraux, l'électrolyse de l'eau, le chlore et la soude électrolytiques qui constituent déjà de très anciennes industries électriques, mais dans lesquelles ont pu être réalisés depuis quelques années d'importants progrès. L'électrolyse par voie sèche, avec ses nombreuses applications à la préparation des métaux alcalins et alcalino-terreux, du magnésium, du cérium, du ferro-cérium, de l'aluminium, méritait l'important chapitre que l'auteur lui a consacré. On peut en dire autant de l'électrothermie, technique créée par l'introduction du four électrique dans l'industrie et sur laquelle l'auteur nous donne un exposé au courant des progrès les plus récents. On lira enfin, avec beaucoup d'intérêt, les pages relatives à l'électrophorèse et à l'électro-osmose, techniques encore très jeunes, mais qui sont pleines de promesses. A. Bc.

Sur l'utilisation de la chaleur dans les machines à feu, par H. Reitlinger. In-8° de 254 pages. Librairie Polytechnique Béranger, Paris et Liége 1930.

La transformation de la chaleur en travail constitue une opération industrielle de la plus grande importance, puisque c'est grâce à elle que nous pouvons utiliser les réserves d'énergie accumulées dans les divers combustibles. Elle constitue également, du point de vue théorique, une transformation sur laquelle nos connaissances ne sont peut être pas encore parfaitement élucidées.

Dans l'étude qu'il vient d'en faire, M. Reitlinger a surtout utilisé une méthode géométrique qui lui a permis d'éviter les calculs analytiques. Il a établi une série de diagrammes mettant nettement en évidence les rendements des différents cycles en fonction des deux données principales qui conditionnent le cycle : la pression et la température initiales de la vapeur utilisée.

Il envisage successivement : le rendement des cycles, l'épuisement artificiel d'une source chaude par le réchauffage de l'air destiné à la combustion, l'influence de la forme du cycle sur l'épuisement de la source chaude, la dégradation thermostatique et l'irréversibilité, les applications pratiques à l'étude des installations destinées à produire de la puissance motrice, l'utilisation de la chaleur à haute température et à basse température.

Lorsqu'on veut transformer la chaleur en travail avec le plus grand rendement possible, la nature du cycle thermodynamique n'est pas le seul facteur à considérer. Sans doute le savait-on déjà, mais M. Retlinger a eu le mérite d'attirer l'attention sur ce point important et l'analyse qu'il fait des autres facteurs est fort intéressante pour le technicien. A. Bc.

Annales françaises de chronométrie publiées sous la direction de MM. René Baillaud, Directeur de l'Observatoire national de Besançon et Jules Haag, Directeur de l'Institut de Chronométrie de l'Université de Besançon. Prix de l'abonnement : 30 francs par an.

Ce nouveau périodique, qui paraîtra trimestriellement, est l'organe de l'Observatoire national de Besançon, de l'Institut de Chronométrie de Besançon et de la Société chronométrique de France.

Les demandes d'abonnement doivent être adressées au Directeur de l'Observatoire de Besançon (Chèque postal : Observatoire national de Besançon, Dijon 5025).

Le service des Annales sera fait gratuitement aux membres de la Société Chronométrique de France. S. R.

Etude cytologique sur l'Hybridation chez les Anoures, par Tchou-Su. Thèse de doctorat de l'Université de Montpellier, 1931. In-8° de 105 pages avec 11 planches.

Tchou-Su a étudié au point de vue cytologique onze croisements qu'il a réalisés expérimentalement entre Batraciens anoures. Sept de ces croisements sont entièrement nouveaux, ce sont : *Hyla arborea* ♀ × *Pelobates cultripes* ♂ ; *Hyla arborea* ♀ × *Bufo calamita* ♂ ; *Hyla arborea* ♀ × *Bufo vulgaris* ♂ ; *Hyla arborea* ♀ × *Pelodytes punctatus* ♂ ; *Hyla arborea* ♀ × *Rana fusca* ♂ ; *Bufo vulgaris* ♀ × *Pelodytes punctatus* ♂ ; *Pelodytes punctatus* ♀ × *Pelobates cultripes* ♂.

Après avoir obtenu la fécondation, il a suivi pas à pas les destinées du noyau mâle et parfois il a pu observer le développement des hybrides jusqu'à la métamorphose.

Les croisements étudiés peuvent être rapportés à 3 types différents. Le premier type est caractérisé par l'élimination précoce et totale du noyau mâle qui ne donne pas de chromosomes. Les larves haploïdes obtenues sont en réalité de faux hybrides. (Ex. : *Hyla arborea* ♀ × *Pelobates cultripes* ♂ ; *Hyla arborea* ♀ × *Bufo calamita* ♂). Dans un deuxième type de croisements, le noyau mâle peut être écarté dès la première division (on obtient alors de faux hybrides comme précédemment) ou au contraire être réparti d'une façon irrégulière sur quelques blastomères. Dans ce dernier cas, les ébauches avortent soit au stade blastula soit sur des sortes de gastrulas ou neurulas différenciées en surface, mais à noyau central dégénéré. (Ex. : *Bufo vulgaris* ♀ × *Hyla arborea* ♂ ; *Hyla arborea* ♀ × *Bufo vulgaris* ♂). Dans le troisième type de croisements, il y a amphimixie régulière, mais les ébauches ne dépassent pas le stade stéréoblastula (Ex. : *Hyla arborea* ♀ × *Rana fusca* ♂ ; *Bufo vulgaris* ♀ × *Rana fusca* ♂).

Les faux hybrides ordinaires dont la constitution haploïde est dans quelques cas bien définie par la forme et le groupement des chromosomes, n'arrivent pas à la métamorphose. On obtient de loin en loin de faux hybrides diploïdes qui présentent un nombre double de chromosomes maternels et qui très vigoureux peuvent se métamorphoser. La diploïdie semble être la condition de résistance de ces hybrides, tandis que l'haploïdie apparaît comme la principale condition de fragilité chez la plupart des faux hybrides.

Le travail de Tchou-Su apporte des résultats expérimentaux importants qui viennent remplacer les hypothèses admises jusqu'alors.

D. Mathias.

Annuaire national de l'Agriculture. Toute la France en un seul volume. In-4° de 1500 pages avec figures. Editions commerciales et agricoles, 34, rue de Penthièvre, Paris. — Prix : 100 francs.

Cet important annuaire qui vient d'être publié par les *Editions commerciales et agricoles* nous donne une documentation commode sur toutes les choses de l'agriculture et sur toutes les manifestations agricoles de l'année 1930-1931. Il donne des renseignements complets sur l'Administration, sur les Recherches et l'Enseignement agronomiques, sur les Chambres d'Agriculture, les Offices, les Comices, les associations, syndicats, sociétés coopératives, les assurances, les organisations de crédit, ceci de façon générale et par le détail dans les régions et les départements. La législation agricole y est exposée de façon claire et précise.

A. R.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 14 — 69e ANNÉE — 25 JUILLET 1931

LA HAUTE PRÉCISION DES MESURES DE LONGUEURS AU LABORATOIRE ET DANS L'INDUSTRIE [1]

par A. PÉRARD
Sous-Directeur du Bureau international des Poids et Mesures

« Si vous pouvez mesurer ce dont vous parlez, « disait Lord Kelvin, et l'exprimer par un nom- « bre, vous savez quelque chose de votre sujet ; « mais si vous ne pouvez pas le mesurer, si vous « ne pouvez pas l'exprimer par un nombre, vos « connaissances sont d'une bien pauvre espèce « et bien peu satisfaisantes. »

Il n'est pas inutile de rehausser par cette parole autorisée l'exposé quelque peu terre à terre qui doit être présenté ici, en faisant remarquer que la simple mesure d'une longueur est à la base de l'étude de presque toutes les grandeurs physiques et mécaniques, celles qui contiennent le symbole *L* dans leur équation aux dimensions.

Mesurer une longueur, c'est déterminer son rapport à une autre prise comme unité (2). Et pour que cette mesure soit précise — c'est là une vérité évidente comme bien d'autres qui devront être rappelées ici, — la première condition est que la longueur soit définie avec la précision désirée, et bien entendu que l'étalon auquel on la rapporte soit défini lui-même avec une précision au moins égale. Pour cela, il faut que la figure, qui donne la délimitation de la longueur, soit géométriquement réalisée avec la précision exigée ; et il faut que toutes les conditions susceptibles d'influencer cette longueur soient connues avec l'approximation correspondante :

Pour la matière : dilatabilité, stabilité dans le temps, reversibilité rigoureuse (c'est-à-dire indépendance de l'état actuel par rapport aux états antérieurs); constantes élastiques, etc.

Pour les conditions extérieures : température, mode de support, efforts subis.

Il faut naturellement que l'instrument utilisé pour la détermination (comparateur, machine à mesurer, interféromètre), soit à la hauteur de la précision requise ; mais il faut encore que le mode opératoire soit susceptible d'en tirer toute l'exactitude qu'il peut comporter. Nous allons examiner d'abord ces divers points, en nous attachant surtout à faire ressortir les sources d'erreur qu'il convient d'éviter dans une mesure correcte.

Divers types de longueurs. — Les principaux types de longueurs, utilisés jusqu'ici, sont donnés par les figures géométriques les plus simples, parce que les plus faciles à réaliser : *lon-*

(1) Cet article est extrait d'une conférence de l'auteur, donnée au Conservatoire des Arts et Métiers en mai 1931. Le texte complet de la conférence sera publié par la Librairie Hermann.

(2) Je rappelle en passant que *l'unité* est une entité indépendante de toute condition d'emploi; seul *l'étalon* qui la définit est supposé dans un état exactement spécifié. La longueur du mètre, par exemple, est étrangère à la notion de température; mais elle est représentée par la distance des traits du prototype international, lorsque celui-ci est à la température de 0°.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

gueurs à points définies par la distance de deux points ronds, *longueurs à traits* définies par la distance de deux petites droites parallèles tracées sur une barre un peu plus grande que la longueur à représenter, *longueurs à bouts* définies par la distance de deux surfaces, tantôt planes et parallèles, tantôt sphériques, tantôt cylindriques.

Chronologiquement les longueurs à bouts plans sont les plus anciennes. La toise du Châtelet, qui fut scellée en 1668 dans le grand mur du Châtelet, et qui servit longtemps d'étalon primaire, était une longueur à surfaces planes intérieures formant compas d'épaisseur. La toise du Pérou, ajustée sur la précédente, et qui lui succéda en 1766 comme étalon primaire, était une longueur à surfaces extérieures ; elle portait également une toise à points. Le Mètre des Archives était de même une longueur à surfaces planes extérieures, d'ailleurs assez grossièrement établies. Les nouveaux calibres industriels genre Johansson, et les étalons en quartz, témoins du Mètre, construits par la Maison Jobin, sont encore des longueurs du même type, mais réalisées avec une très haute précision. Les étalons interférentiels Fabry-Pérot sont à surfaces planes intérieures,. et les étalons Michelson à surfaces planes en échelon.

La Section technique de l'Artillerie française construit depuis trente-cinq ans des étalons industriels, les uns, à bouts sphériques, les autres cylindriques. Cette dernière forme se retrouve dans les gravimètres établis par M. Ch.-Ed. Guillaume, en vue de la détermination de la masse du décimètre cube d'eau. Dans les « bagues » et « lunettes » de l'industrie, la surface cylindrique est intérieure.

Les longueurs à traits ne datent que du milieu du siècle dernier. Le Mètre prototype international, les prototypes nationaux, et toutes les échelles divisées de précision, sont actuellement des longueurs à traits (1).

Les longueurs à points n'ont jamais été que l'exception ; plus difficiles à réaliser que les longueurs à traits, elles n'ont aucun avantage sur ces dernières.

Les longueurs à bouts exigent des surfaces parfaitement polies, figurant exactement les formes géométriques qui les définissent. Leurs inconvénients, — ou du moins les inconvénients qu'on leur voyait à la fin du siècle dernier, lorsqu'on leur substitua les étalons à traits, — sont, d'une part, l'usure et les déformations permanentes à craindre du contact des instruments servant à les reporter, et, d'autre part, la nécessité d'exiger autant d'étalons que de longueurs à reproduire (2).

(1) Les longueurs de précision ne sont pas toujours présentées par des barres rigides ; exemple : les étalons à fil tendu ou à ruban d'acier des géodésiens.

La direction suivant laquelle est comptée la longueur d'un étalon à traits est, en général, repérée par le milieu de l'intervalle de deux traits longitudinaux, recoupant les traits transversaux dont ils limitent la région utile. Les traits transversaux, dont les axes définissent par leur distance la longueur de l'étalon, doivent être rigoureusement perpendiculaires à cette direction. La finesse du tracé est une qualité qui ne doit pas être exagérée ; les traits des prototypes établis en vertu de la Convention du Mètre présentent une largeur moyenne d'environ 6 μ ; on fait actuellement de jolis tracés à l'épaisseur de 3 μ ; il ne faudrait guère descendre plus bas ; car le trait risquerait de s'user vite, et la fatigue de l'observateur est d'autant plus rapide que le trait est plus fin. L'axe d'un trait peut être aussi bien défini quelle que soit sa largeur, du moment que ses bords sont rectilignes et parallèles, condition fort délicate à réaliser d'ailleurs.

Matière des longueurs de précision. — Les anciens étalons étaient généralement en fer. Dès l'instauration du Système métrique, le prototype (mètre des Archives) fut fait du platine qu'on savait obtenir à cette époque, par agglomération de la mousse de platine précipitée de ses sels. Vers 1850, au moment de la reconstitution des étalons britanniques, détruits par le grand incendie de Londres, les métrologistes anglais préconisèrent un bronze qui, s'il était plus dur et moins coûteux que le platine du Mètre des Archives, avait par contre les inconvénients d'être oxydable et d'offrir moins de garantie pour ce qui concerne la stabilité dans le temps.

Lorsqu'il s'agit d'établir le prototype international du Mètre, à la suite des travaux de Sainte-Claire Deville, l'alliage platine à 10 o/o d'iridium fut unanimement choisi ; métal inaltérable, d'une dilatation faible (8.10^{-6} par degré), d'une grande rigidité, et possédant un point de fusion très élevé, il avait toutes chances de présenter une bonne stabilité dans le temps. Le Comité international des Poids et Mesures, dès 1872, s'est préoccupé de constituer des témoins de cette stabilité, d'abord avec un étalon naturel, et ce furent les expériences de Michelson en 1892, et de Benoît-Fabry. Pérot en 1906, qui rattachèrent le mètre aux longueurs d'onde lumineuses du cadmium, ensuite avec une substance cristallisée très ancienne, vraisemblablement parvenue au dernier stade de son évolution, et ce furent les déterminations récentes des quartz-témoins s'échelonnant de 1 à 10 centimètres,

(2) Remarquons aussitôt que le premier reproche disparaît si les longueurs à bouts sont mesurées par les interférences lumineuses à l'exclusion de comparateurs à contact, et que le deuxième est moins justifié pour les étalons du type Johansson susceptibles de s'ajouter les uns aux autres.

qui se relient à l'unité métrique par l'intermédiaire des ondes lumineuses.

Pour les étalons de deuxième ordre, où l'on se contente de matières moins coûteuses, les études de M. Ch.-Ed. Guillaume, sur les aciers nickel, ont fourni des solutions multiples et avantageuses, la courbe (fig. 1) de dilatabilité des aciers nickel (en ordonnée) en fonction de la

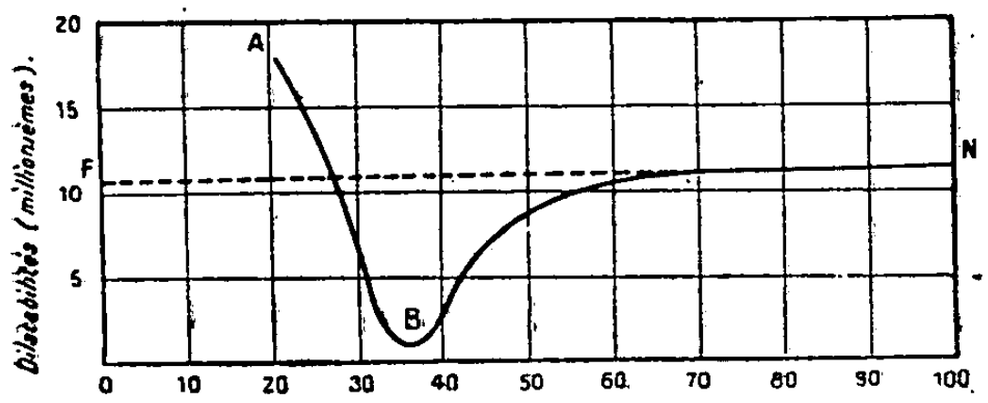


Fig. 1. — Dilatabilité des aciers au nickel en fonction de la teneur — (à gauche fer pur, à droite nikel pur).

teneur en nickel (en abcisse), montre un minimum très accusé à 36 o/o de nickel, c'est l'invar, dont la dilatibilité peut encore être abaissée par écrouissage ou tréfilage, et remontée ensuite par étuvage. Ces remarquables propriétés sont utilisées pour l'obtention des fils géodésiques de dilatation nulle à la température ambiante. Mais l'invar prend avec le temps un léger allongement ; très récemment M. Guillaume a découvert que cette instabilité était due au carbone ; dans l'impossibilité de l'éliminer entièrement, il a proposé de l'absorber dans une combinaison avec le chrome ; et, malgré le léger relèvement de dilatabilité que provoque cette addition, on peut dire que la grave question de l'invar stable est sur le point d'être résolue.

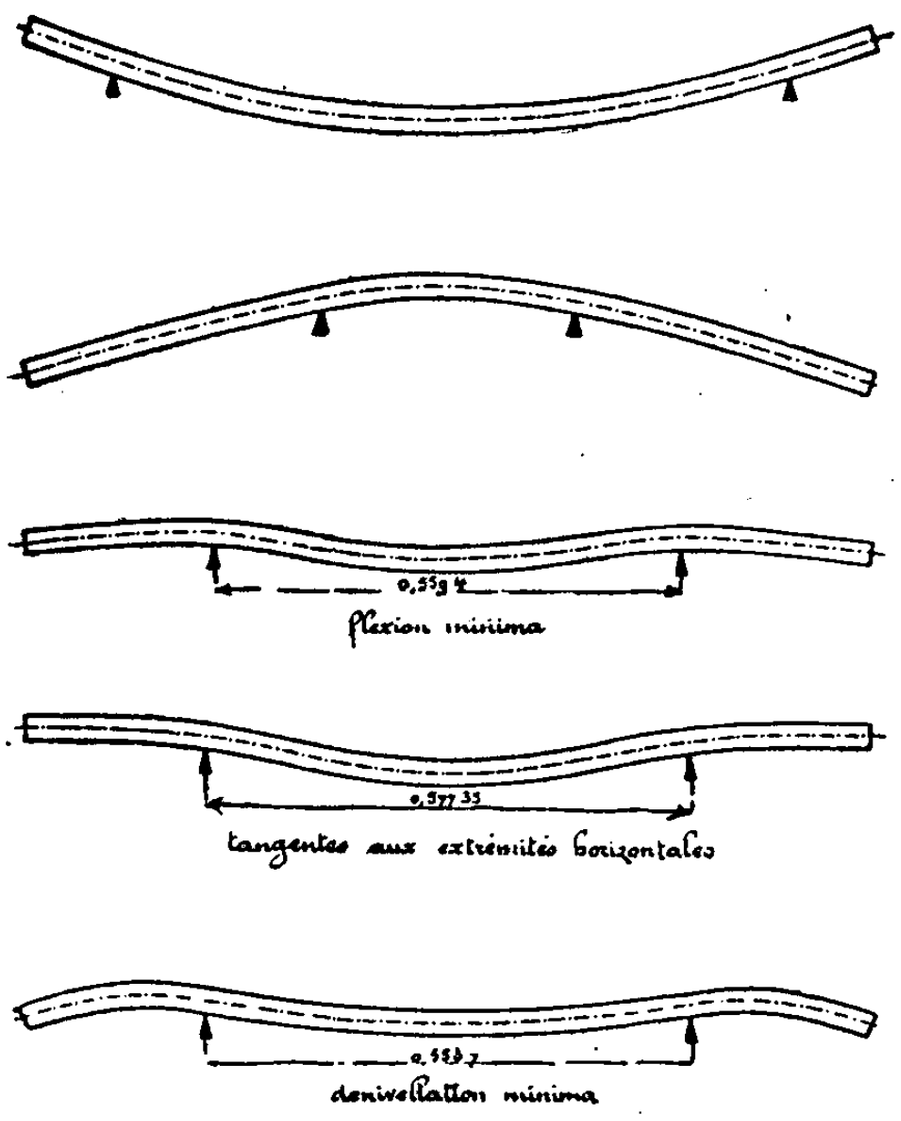


Fig. 2. — Diverses formes d'une règle suivant l'écartement des points de support.

L'acier nickel à 42 o/o est la platinite employée industriellement pour remplacer le platine dans ses usages en soudure avec le verre.

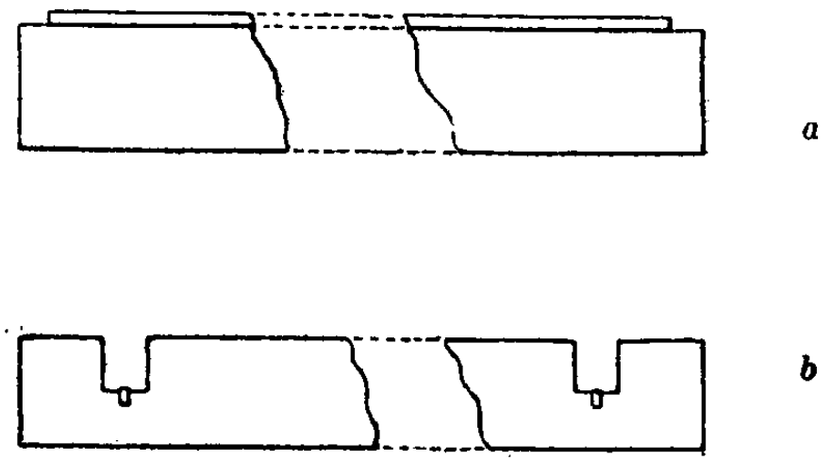


Fig. 3. — Diverses manières d'approcher ou d'atteindre la fibre neutre (*a*, disposition de Kater ; règle mince sur basse épaisse ; *b*, étalons britanniques : puits atteignant le plan neutre ; *c*, extrémités échancrées découvrant le plan neutre ; *d*, diverses sections mettant à nu la fibre neutre sur toute sa longueur).

Substance stable, peu oxydable, susceptible de recevoir un beau poli et un tracé au diamant, elle constitue d'excellents étalons de longueur de deuxième ordre.

A la teneur de 55 à 60 % de nickel, on a encore les mêmes qualités, mais avec une dilatation un peu plus forte qui correspond à celle des aciers non trempés ; c'est le métal des étalons à traits industriels.

Enfin, tout récemment, quelques essais sur certains aciers inoxydables à 13 ou 14 o/o de chrome, ont permis de reconnaître une excellente stabilité et une dilatabilité peu différente également de l'acier industriel.

Forme, mode de support. — Une des raisons qui, peut-être instinctivement, avait fait longtemps préférer les longueurs à bouts aux longueurs à traits, c'est l'influence considérable des flexions sur une longueur présentée par la surface d'une règle.

Si une barre est supportée au voisinage de ses extrémités (fig. 2 a), les fibres inférieures travaillent à l'extension, les fibres supérieures à la compression. Si la barre est portée au voisinage de son milieu (fig. 2 b), c'est l'inverse.

Dans le premier cas, une longueur tracée sur la face supérieure se raccourcit, dans le deuxième cas elle s'allonge. Une certaine fibre, dite *fibre neutre*, lieu du centre de gravité de la section droite, supposée, constante, ne supporte aucun effort dans les flexions, et par suite garde une longueur invariable.

L'avantage de la fibre neutre ne se manifeste pas seulement dans les flexions dues à la pesanteur, mais dans toute courbure quelle qu'en soit la cause : différences de température, frottement sur les supports, déformation par chocs accidentels, travail inégal du métal avec le temps, suivant les différentes fibres; et l'on a intérêt à prendre les longueurs-étalons, non seulement dans le plan neutre, mais sur l'axe neutre lui-même.

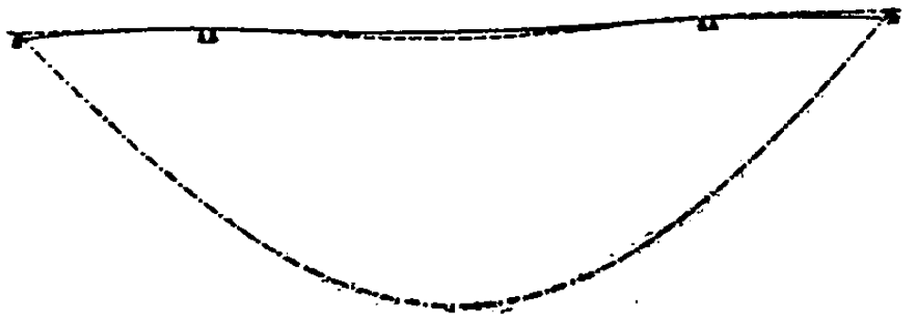


Fig. 4. — Flèches comparées d'une même règle supportée à ses poinfs de flexion minima —, aux points pour lesquels les tangentes extrêmes sont horizontales - - - - - et aux deux bouts —. —. —. —.

Supposons donc le tracé fait sur l'axe neutre. Si la longueur de la fibre qui l'a reçu reste constante, quel que soit le mode de support, il n'en est pas de même de sa projection sur un plan horizontal.

Dans le cas des prototypes nationaux à sections en X, la différence entre la longueur de la fibre neutre et sa projection, lorsque la règle est portée à ses points de flexions minima, est de l'ordre du demi-millième de micron, un peu moins si la règle est dans l'eau, un peu plus dans l'air ; si les points de support passent des extrémités de la règle au centre, la longueur du plan neutre varie seulement de 0 μ,6, alors que la longueur de la fibre supérieure s'allonge de 40 μ.

Les déformations, sous l'action de la pesanteur, s'accroissent d'ailleurs très rapidement avec la longueur ; pour une même section, les tangentes des angles d'inclinaison, en particulier les tangentes des angles aux extrémités de la règle, sont proportionnelles au cube de la longueur ; la flèche varie avec la quatrième puissance, et le raccourcissement apparent avec la septième puissance de la longueur. La question est donc grave pour les règles géodésiques beaucoup plus que pour les règles métriques ; par contre, pour les règles inférieures au demi-mètre, toutes les précautions qui viennent d'être indiquées deviennent superflues.

Conditions d'état. — La plus importante des conditions d'état des longueurs de précision, est la température. Supposons une longueur mesurée par une méthode absolue (par exemple les interférences lumineuses dans le vide) ; la dilatabilité des métaux étant de l'ordre de 10 millionièmes par degré, pour avoir la précision accessible de 0 μ, 2 pour un mètre, c'est à 2 centièmes de degré près que l'on devra connaître la température. Des thermomètres de précision ne suffisent pas ; pour que la température elle-même soit définie à cette approximation, certaines précautions sont nécessaires ;

La température du local où l'on travaille doit rester à peu près constante, ou du moins n'être sujette qu'à des variations fort lentes, le thermomètre étant presque toujours en avance sur l'instrument, dont il est censé donner la température.

Autant que possible les longueurs à comparer seront plongées dans l'eau, surtout si l'on doit travailler à une température quelque peu différente de la température ambiante. Dans l'impossibilité où l'on se trouve parfois d'immerger les instruments, on les entoure d'une série d'enveloppes extérieures les unes aux autres, alternativement conductrices et isolantes, comprenant entre elles des matelas d'air assez épais ; et le régulateur de température commandant le chauffage est disposé dans l'un des intervalles de la périphérie, de façon que les oscillations inévitables provoquées par son action se trouvent complètement amorties dans l'enceinte centrale.

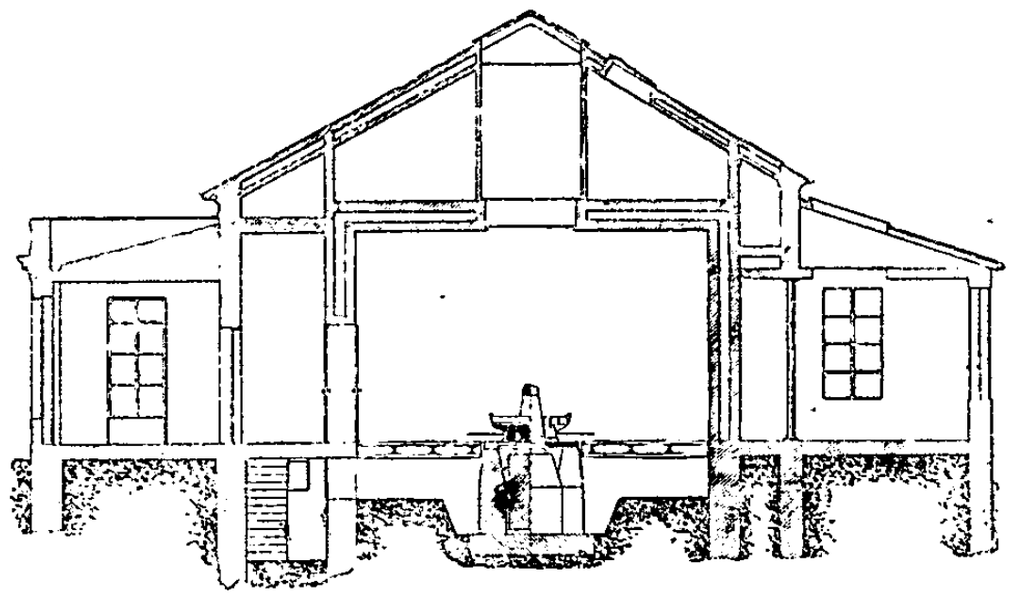


Fig. 5. — Coupe de l'Observatoire du Bureau international des Poids et Mesures.

Des difficultés occasionnées par les fortes variations de longueur avec la température, il faudrait bien se garder de conclure que l'on a toujours avantage à rechercher des étalons de faible dilatabilité. C'est encore une vérité évidente, que, dans la comparaison de longueurs de même dilatation, il est inutile de connaître la température ; la différence de ces longueurs, trouvée à une température quelconque, reste vraie à toute autre température. C'est dire que pour mesurer une longueur, l'usager a intérêt

à demander un étalon de même dilatabilité que sa longueur, de façon à laisser à l'Institut métrologique la difficulté des mesures précises de température ; ceci, bien entendu, en supposant que des inégalités de température entre les pièces à rapporter les unes aux autres puissent être évitées.

L'influence de la pression atmosphérique est faible. Négligeable s'il ne s'agit que des variations de pression barométrique, elle est cependant sensible entre le vide et la pression ambiante ; la variation de longueur atteint alors le demi-millionième et dépasse franchement l'approximation que l'on peut couramment atteindre. Si je crois devoir noter ce point, c'est que la correction en question a été omise dans certaines déterminations d'indice de l'air.

Dans le cas des longueurs à bouts, il est une source de malentendus desquels on doit être averti, ce sont les déformations produites par les efforts des instruments de report. Si le raccourcissement total d'une longueur, sous l'effort des instruments, est en général négligeable, il n'en est pas de même de la déformation locale due à l'interpénétration des surfaces en contact.

Enfin, les conditions de stabilité sur place des règles et des instruments de mesure, conduisent aussi à exiger dans les salles d'expérience, un aménagement spécial dont nous voyons un exemple au Bureau international des Poids et Mesures. Sur la figure 5, on remarque la protection, contre les variations de température ; closes par des portes doubles, les salles principales sont défendues immédiatement par un mur épais à double paroi, et entourées toutes ensemble par un couloir qui ne donne sur l'extérieur, ou sur d'autres salles moins bien protégées, que par des doubles portes ou des doubles fenêtres. La lumière du jour entre dans la salle par une large cheminée verticale, fermée haut et bas par deux verrières (dont l'une prévue à double paroi), à distance telle l'une de l'autre que le soleil ne pénètre jamais dans la salle. Un poêle à gaz, commandé par un régulateur, permet de maintenir une température différente de la température extérieure moyenne.

Quant aux instruments, tels que le comparateur représenté au centre de la salle, ils reposent, par de robustes piliers, directement sur le sable ou sur le roc de la colline. Le plancher s'interrompt à 1 ou 2 centimètres des piliers,

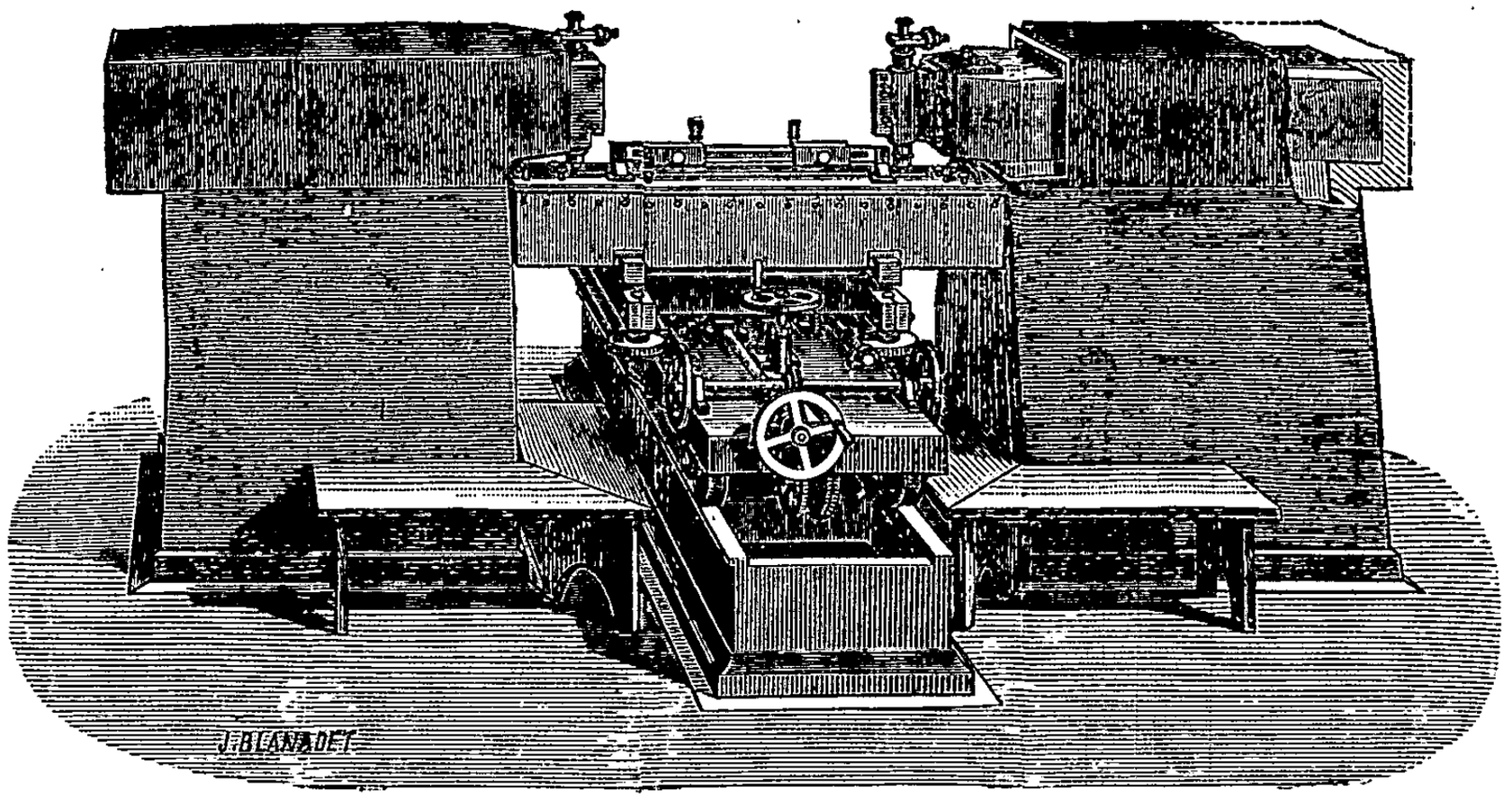


Fig. 6. — Comparateur Brunner (servant aux comparaisons des prototypes).

pour ne pas risquer de leur transmettre ses propres vibrations.

Comparateurs. — Nous ne dirons rien des comparateurs à levier utilisés pour la détermination des longueurs à bouts anciennes ; nous les retrouverons tout à l'heure sous une forme moderne plus satisfaisante.

Tous les comparateurs, pour règles à traits, sont construits sur le même principe que le Comparateur Brunner, représenté par la figure 6. Deux microscopes micrométriques verticaux, tenus par de robustes équerres en fonte, scellées dans des piliers en maçonnerie, pointent les règles disposées horizontalement, côte à côte, dans une même auge à double enveloppe, dont les deux compartiments sont remplis d'eau vigoureusement brassée ; chaque division du tambour micrométrique correspond à 1 micron, et l'on apprécie le dixième de division ; par les moyennes on peut inscrire le centième de micron. Le point de visé du réticule était tout d'abord défini par le recoupement de deux fils d'araignée à angle plus ou moins aigu. Actuellement on em-

ploie toujours un ensemble de deux fils parallèles, à l'espacement le mieux approprié pour la largeur des traits (1).

Peu de progrès ont d'ailleurs été accomplis depuis l'époque de la construction du comparateur qui vient d'être décrit ; il y aurait seulement à signaler l'éclairage des microscopes en lumière monochromatique, une augmentation de l'ouverture des objectifs destinée à procurer une meilleurs définition des images, et une élévation du grossissement (2).

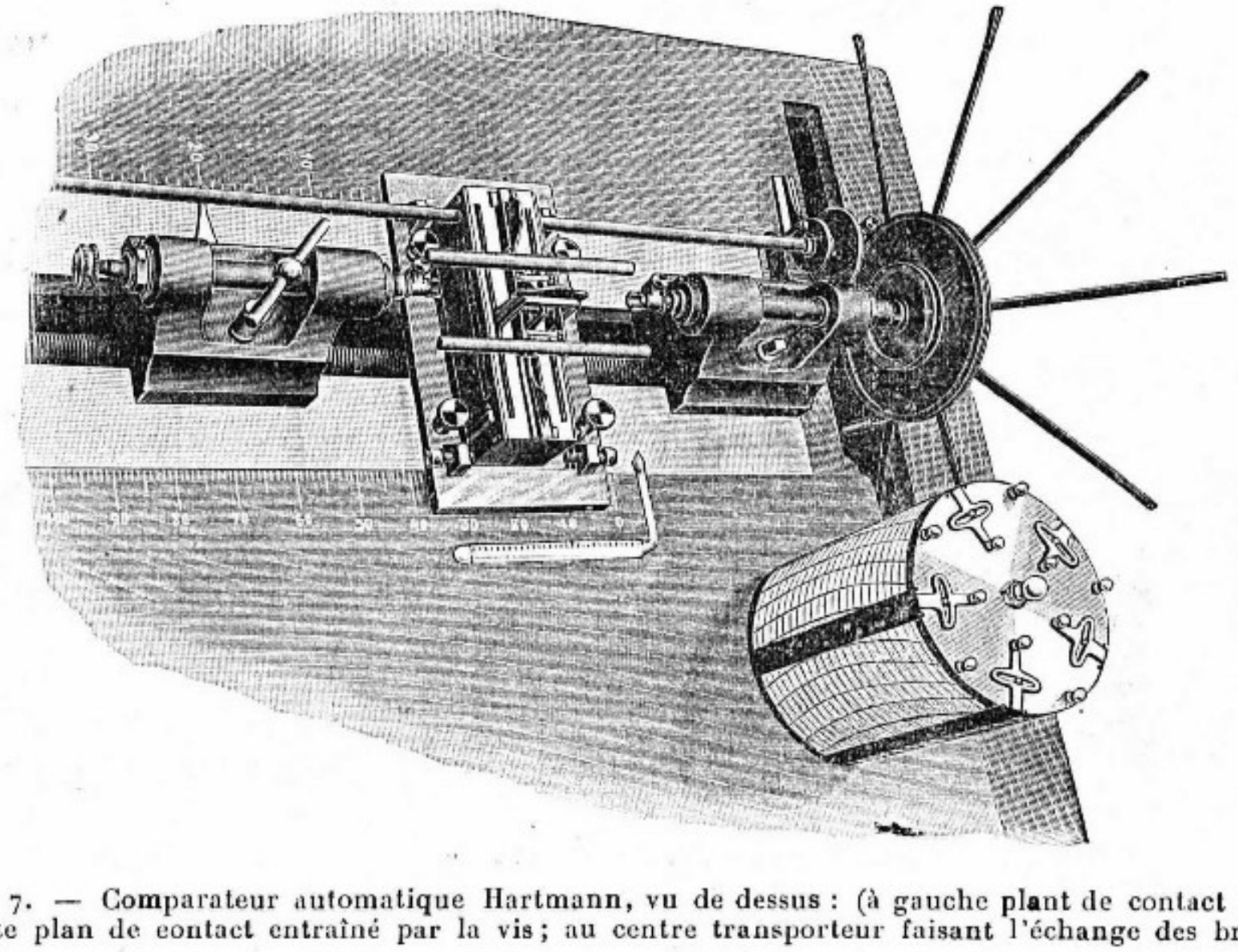


Fig. 7. — Comparateur automatique Hartmann, vu de dessus : (à gauche plant de contact fixe ; à droite plan de contact entraîné par la vis ; au centre transporteur faisant l'échange des broches).

Méthodes. — Dans l'exécution d'une comparaison, l'on répète les observations par alternance des pointés sur les deux longueurs à comparer, en doublant l'une d'elle au milieu, et en terminant par celle qui avait commencé, de telle sorte que l'instant moyen des pointés sur l'une des règles corresponde à très peu près à l'instant moyen des pointés sur l'aurte, et encore à l'instant moyen des lectures de thermomètres, qui se font au début et à la fin ; ainsi se trouvent éliminées les erreurs pouvant provenir soit d'une marche dans la distance des microscopes, soit d'une variation toujours lente de température.

Ce n'est là que l'une des séries d'observation; d'autres semblables sont exécutées après avoir retourné bout pour bout l'une des règles, puis l'autre, puis de nouveau la première, puis après avoir échangé banc pour banc les deux règles et les avoir retournées encore individuellement de la même manière ; l'on a ainsi huit positions symétriques de deux règles, l'une par rapport à l'autre et par rapport au comparateur.

L'on est souvent frappé des écarts considérable que présentent les résultats de deux séries consécutives, par le seul fait du retournement de l'une des longueurs ; des divergences voisines du micron ne sont pas exceptionnelles, elles sont l'indication certaine de la présence d'une erreur systématique se manifestant en sens inverses et qui se trouve éliminée par le retournement.

La moyenne des 8 valeurs, ainsi obtenues, constitue le résultat de la simple comparaison des deux longueurs. Mais un métrologiste ne se contente guère d'un résultat isolé sans contrôle ; il s'arrange en général pour disposer simultanément de 5 ou 6 règles. Les comparaisons entre elles de ces règles, dans toutes

(1) La mise en place des fils ne va d'ailleurs pas sans quelques difficultés; les métrologistes, obligés de faire la chasse aux grosses araignées de jardin porteuses d'une croix blanche caractéristique sur le dos, de les faire jeûner pendant plusieurs semaines jusqu'à ce qu'elles tissent un cocon de fil particulièrement fin et régulier, de tendre, par certains jours humides seulement, les fils le long des rainures tracées à cet effet, et de les fixer par un point de cire, ne le savent que trop.

(2) La Reichsanstalt a fait construire, par les Etablissements Zeiss, des objectifs d'une ouverture allant jusqu'à 0,53, mais avec une distance frontale qui est seulement de 20 mm.

les combinaisons possibles deux à deux, donnent $\frac{1}{2}n(n-1)$ équations à $(n-1)$ inconnues (qui sont par exemple les différences de l'une des règles à toutes les autres) ; on calcule les valeurs les plus probables de ces différences, et l'on peut en déduire les erreurs résiduelles de toutes les différences primitivement obtenues. En général, ces résidus sont très petits ; ceux qui dépassent le dixième de micron sont l'exception ; et les erreurs probables que l'on peut en tirer atteignent à peine le centième du micron. Or, si quelques mois plus tard, le même observateur recommence la même opération, sur les mêmes règles, avec le même comparateur, dans des conditions qui semblent en tous points identiques aux premières, il retrouve de nouveau un tableau de résidus aussi satisfaisant que le premier, des erreurs probables aussi faibles ; mais les résultats les plus probables calculés diffèrent de ceux qu'il avait obtenus en premier lieu de quantités inattendues, parfois de l'ordre du dixième de micron. Cette constatation, assez décevante, est faite pour rendre le métrologiste modeste, et extrêmement prudent dans l'évaluation des résultats qu'il obtient. L'explication doit en être recherchée dans la présence d'erreurs systématiques encore ignorées et dont la théorie des erreurs probables ne tient aucunement compte.

On pourrait aller plus loin, et soutenir le paradoxe que, plus les erreurs résiduelles sont fortes, meilleurs sont les résultats. On notera seulement, comme résultat d'une longue expérience, que la précision accessible sur une règle de premier ordre, rapportée au Mètre international par l'intermédiaire des étalons d'usage, est, en tenant compte du degré d'incertitude imputable aux diverses constantes de réduction, de l'ordre de 1 à 2 dixièmes de micron pour un mètre.

Comparaisons par déplacement longitudinal. — Le mode de comparaison qui vient d'être décrit, dans lequel les deux microscopes du comparateur pointent simultanément les deux extrémités d'une même règle, est la méthode dite par déplacement transversal. Dans certains cas, en particulier si la longueur des étalons à comparer est inférieure à la distance minima des microscopes du comparateur, il est nécessaire d'opérer par déplacement longitudinal. Chaque microscope pointe successivement les deux extrémités de la même longueur. La constante intermédiaire de la comparaison n'est plus seulement la distance des microscopes, comme tout à l'heure, mais encore la distance des règles sur le banc qui coulisse longitudinalement, et surtout le déplacement supposé identique des deux longueurs en comparaison. Or il est évident que si le mouvement est accompagné d'une légère rotation (par suite d'un défaut de rectitude presque inévitable du banc), les déplacements des deux longueurs à comparer ne sont pas identiques ; et si le mouvement n'est pas rigoureusement parallèle à la droite qui joint les points de visée des microscopes, il en résulte une erreur de premier ordre, facile à calculer, et dont sont affectés un grand nombre d'appareils, fort bien conçus par ailleurs.

Longueurs à bouts. — Pour mesurer les longueurs à bouts, au temps où les étalons à traits avaient toutes les faveurs, on avait naturellement cherché d'abord à les transformer en longueurs à traits. Une méthode ingénieuse consistait à faire réfléchir, dans les faces terminales, une pointe, ou mieux un fil d'araignée tendu à une très petite distance de cette face, on visait, au microscope micrométrique, le milieu de l'intervalle compris entre le fil et son image. Cette méthode est si séduisante que bien des expérimentateurs pourraient être encore actuellement tentés de l'employer ; on ne saurait trop la déconseiller ; malgré les précautions spéciales indiquées par Cornu, pour l'ajustage de la mise au point, elle est presque inévitablement entachée d'une erreur systématique de plusieurs microns, du fait que dans la formation des images, une moitié seulement (la moitié extérieure) des objectifs est intéressée à la formation de l'image (1).

Interféromètres. — Actuellement, toutes les mesures de longueurs à bouts de haute précision sont faites au moyen des interférences lumineuses. Michelson en 1892, Benoît-Fabry-Pérot en 1906, ont déterminé très exactement les rapports d'un certain nombre de longueurs d'ondes fondamentales à l'unité métrique ; et la dernière Conférence générale des Poids et Mesures a conseillé d'adopter la valeur provisoire de $643{,}84696.10^{-9}$ m pour longueur d'onde de la radiation rouge du cadmium, émise dans certaines conditions spécifiées.

Les interféromètres sont de véritables comparateurs entre les ondes lumineuses et les longueurs à bouts. La description de ces instruments est du ressort des cours de physique ; on signalera seulement que la précision de leurs mesures absolues peut atteindre le centième de micron pour 10 centimètres ; c'est avec cette précision qu'ont été déterminés les étalons en quartz, témoins du mètre, dont il a été question plus haut. En terminant cet exposé, je donnerai sur un exemple, un aperçu de la façon dont

(1) Est-il besoin de faire remarquer que, appliquée à la lecture du baromètre, cette méthode n'est plus répréhensible, puisque l'erreur en question s'élimine par différence, si du moins l'on s'attache à reproduire au-dessus des deux ménisques les mêmes conditions optiques.

une mesure peut être tirée de l'observation d'un phénomène d'interférence.

Utilité pratique des mesures de haute précision. — Les premiers mots de cet article ont marqué la nécessité de la mesure scientifique précise. Il y a d'autres buts essentiellement pratiques à la mesure de haute précision. Depuis longtemps, la géodésie réclame pour ses bases le millionième ; et c'est des exigences non satisfaites de la géodésie qu'élait né le Bureau international des Poids et Mesures.

Dans ces trente dernières années, la métrologie a pris une extension considérable dans un autre domaine, celui de l'industrie des pièces interchangeables. Chacun connaît l'évolution de la construction industrielle qui réalise très économiquement les organes de machines en série, sans ajustage individuel, rien que par l'obtention de cotes avec une exactitude déterminée. Pour parvenir à ce résultat, les industries fines arrivent à demander une précision qui atteint 1 à 2 centièmes de millimètre. Or, sauf avec quelques instruments nouveaux, particulièrement rapides, l'industriel ne peut s'attarder à une mesure, il fait la réception des pièces par les « limites de tolérance » incluses dans les « limites d'interchangibilité ». Les limites de tolérance sont matérialisées par des instruments maxima et minima ; l'un, « Vérificateur Entre », doit laisser passer les pièces bonnes, l'autre, « Vérificateur N'entre pas », doit leur refuser l'accès. D'après ce qui précède, l'écart entre les deux pourra n'être pas supérieur à 1 ou 2 centième de millimètre. Ces vérificateurs eux-mêmes sont des pièces de construction entachées d'erreur ; leurs tolérances devront de toute évidence rester très inférieures à celles des pièces à vérifier. On peut dire qu'en gros la grandeur de la tolérance de chaque vérificateur est de l'ordre du dixième de la tolérance laissée aux pièces ; leur ajustage exigera donc la précision de quelques microns à peine. Et si l'on tient compte des intermédiaires qui relient ces vérificateurs aux étalons que délivre le bureau métrologique, on conçoit que ceux-ci exigent non moins que la précision du micron. Et nous verrons tout à l'heure que certains d'entre eux doivent encore réclamer mieux.

Conditions à remplir par les étalons industriels. — Les conditions à remplir par les étalons industriels sont sensiblement différentes de celles des étalons de laboratoire. Les pièces que l'industrie doit déterminer sont des solides limités par des surfaces. Et, en vertu de la règle générale, que plus semblables sont les grandeurs à comparer, plus faciles et plus précises sont les comparaisons, l'industrie a besoin d'étalons à bouts.

La stabilité dans le temps a une importance moindre, l'usure des étalons, utilisés par contact direct, obligeant à des déterminations assez fréquentes. Par contre, la dureté et la résistance des faces terminales à l'usure sont des conditions essentielles.

L'industriel ne peut s'assujettir à des mesures de température. Il admet que la température est uniforme entre ses calibres, ses vérificateurs et les pièces qu'il fabrique. D'après ce que nous avons vu plus haut, il a besoin que les dilatibilité des trois catégories de longueurs soient voisines, et, utilisant le plus souvent, soit des aciers ordinaires à dilatation 10 à 10,5 millionièmes par degré, soit des aciers trempés à dilatation 11,5 à 12, il a intérêt à faire usage d'étalons et de vérificateurs présentant la dilatibilité approximative de 11,10-6.

Température d'ajustage. — La question de la température d'ajustage dépasse le cadre de cet exposé. Je rappellerai seulement que si les étalons et les pièces à mesurer ont même dilatation, la température à laquelle les premiers présentent leur valeur nominale importe peu ; les assemblages seront toujours correctement réalisés. Est-il besoin d'ajouter que la même température d'ajustage est indispensable pour tous les organes d'un même mécanisme, les pièces rapportées à l'ajustage à 0° présentant avec celles ajustées à 20° un écart de 2 dix-millièmes.

Egalité des pièces pleines et des pièces creuses. — Par convention industrielle, la dimension d'une pièce creuse est égale à celle d'une pièce pleine, si la seconde entre à frottement doux dans la première, en l'absence de tout lubrifiant. Cette dernière condition n'est pas inutile à spécifier ; car l'expérience est facile à réaliser, de faire pénétrer une pièce pleine de 6μ trop forte, après l'avoir enduite d'une mince couche d'un corps gras.

Les trois principaux types de calibres industriels. — Il semble que la Section technique de l'Artillerie française ait été la première, en 1895, à établir des calibres industriels de précision ; elle avait adopté la forme de tiges cylindriques de 12 m/m de diamètre, terminées par des calottes sphériques, d'un rayon de courbure égal à la demi-longueur ; cette forme est particulièrement commode pour la vérification des pièces à surface cylindrique intérieure, et, aussi a-t-on l'avantage, lorsque la pièce est prise entre plans parallèles, d'éviter toute erreur provenant d'une inclinaison de son axe par rapport à la normale à ces plans. La Section technique a donné à ces « broches » des longueurs allant jusqu'à 1 m. 20. Pour les petites dimensions, les déformations au contact deviennent considérables, et au dessous de 20 à 25 m/m, la Section technique a trouvé préférable de prendre la forme cylindrique.

Depuis une vingtaine d'années, ont été introduits sur le marché, par la Maison Johansson

d'Eskilstuna, un nouveau type de calibres présentant des surfaces planes et parallèles d'une qualité remarquable. La particularité de ces calibres est d'adhérer les uns aux autres par leurs faces terminales lorsqu'on les met en contact les uns avec les autres par mouvement louvoyant, gagnant progressivement d'un bord à la totalité des surfaces. L'effort qui s'exerce entre les plans en contact, et qui s'oppose à leur séparation, peut être de 3 à 5 kilogrammes-force par centimètre carré. Inexplicable par la pression atmosphérique, ou par des actions magnétiques, cette adhérence est vraisemblablement due à des attractions moléculaires au sein de la lamelle de lubrifiant qui reste interposée ; des expériences ont montré que l'épaisseur de cette lamelle était d'ailleurs inférieure à toute quantité mesurable, inférieure à 1 ou 2 centièmes de micron.

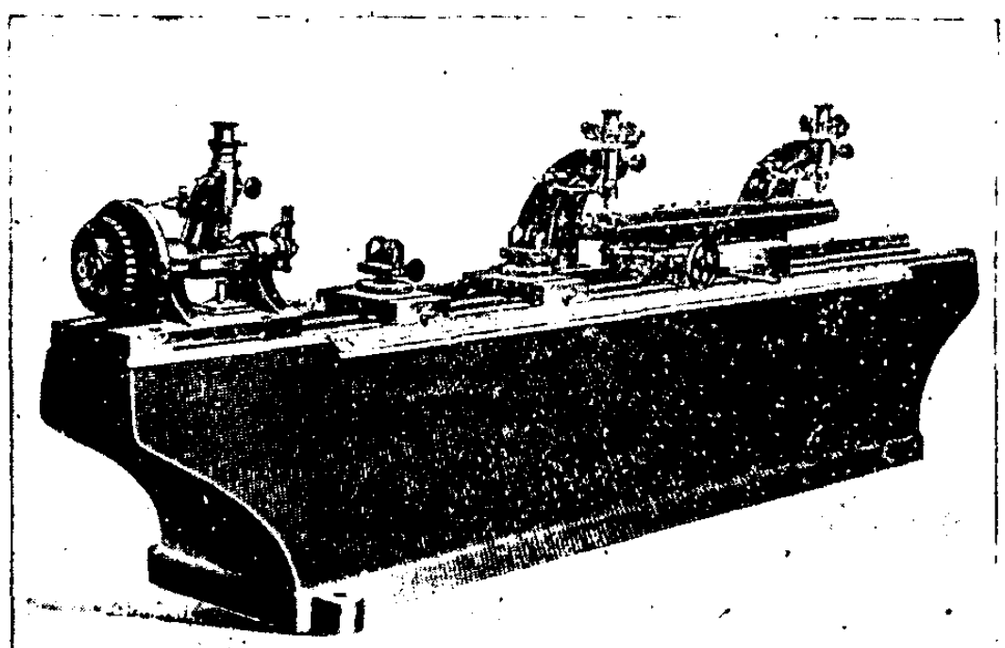


Fig. 8 — Machine à mesurer de la Société Genevoise : (à gauche, poupée fixe à vis micrométrique ; à droite, chariot, portant la règle, qui défile sous l'un ou l'autre microscopes ; au centre deux rouleaux destinés à supporter l'étalon à mesurer.)

Les avantages de cette technique particulière étaient de permettre l'addition de calibres, et par suite de pouvoir fournir, avec un nombre très restreint de jauges, une quantité considérable de cotes ; c'est ainsi qu'une boîte Johansson au micron, composée seulement d'une centaine de pièces, permet de réaliser toutes les cotes, au nombre de 200000, de micron en micron, comprises entre 1 m/m et 200 m/m.

La contre-partie de ces avantages est que la sommation des calibres entraîne la sommation de leurs erreurs ; et la nécessité de conférer, au bloc formé par plusieurs calibres additionnés les uns aux autres, la même précision qu'à un calibre unique, a conduit Johansson à s'imposer une précision proportionnelle à la longueur. En choisissant celle de 1/100 000, il correspondait ainsi, pour 100 m/m, à la précision du micron que nous avons vue indispensable ; mais, pour des cales inférieures au centimètre, la précision absolue s'élevait à quelques centièmes de micron, que les microscopes micrométriques étaient incapables de fournir. C'est ainsi que l'on a été conduit à appliquer à ces calibres les procédés plus subtils des interférences lumineuses.

Quelques exemples de machines à mesurer industrielles. — Les comparateurs, ou machines à mesurer industriels, destinés, ainsi que nous l'avons vu, à mesurer, non les pièces fabriquées, mais seulement les vérificateurs de réception et autres étalons primaires, existent en très grand nombre et dans les modèles les plus divers. Ils se caractérisent surtout, et par l'organe de mesures, vis micrométriques, leviers matériels ou optiques, niveaux de précision, et par le dispositif qui assure l'effort uniforme au contact.

Le *comparateur automatique Hartmann* (figure 8), saisit les pièces à comparer entre deux petites surfaces planes et parallèles présentées par deux palpeurs, l'un fixe, l'autre mobile solidaire d'une vis dont la tête est constituée par de longues aiguilles rayonnant de l'axe. Les extrémités des aiguilles parcourent 2 mètres en un tour, et le pas de la vis est de 1 m/m. L'effort constant au contact est donné par un poids de 50 grammes, pendu à l'extrémité d'un fil qui agit sur une poulie de la tête de vis. Chaque

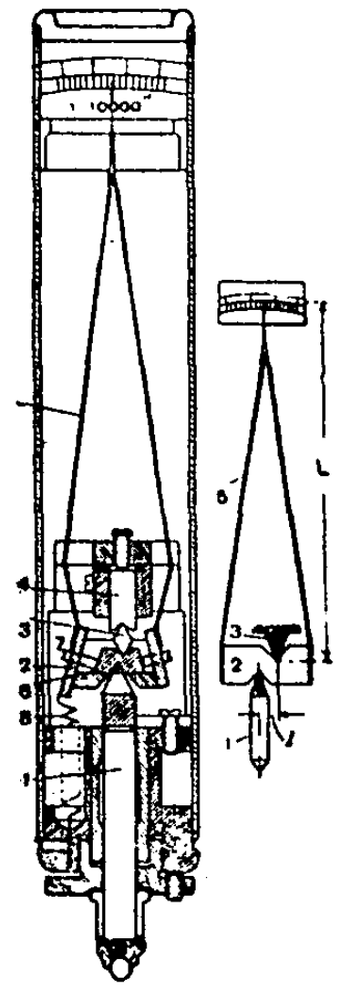


Fig. 9. — Minimètre : (aiguille indicatrice *5* faisant partie de la pièce 2 manœuvrée entre deux couteaux, l'un **3** servant d'axe fixe et l'autre solidaire du palpeur *1*. Rapport d'amplification L/2.)

aiguille est munie, à son extrémité, d'une pointe perpendiculaire à sa longueur qui vient s'enfoncer dans une feuille de papier quadrillé, et repère ainsi la position d'arrêt de la tête de vis.

La *machine à mesurer de la Société Genevoise* (fig. 9), tient à la fois du micromètre à vis et du comparateur à déplacement longitudinal. Les deux plans de contact parallèles sont, l'un mobile sous l'action d'une vis micrométrique graduée en microns, l'autre porté par un chariot sur lequel une règle de 1 mètre, divisée sur toute sa longueur, est pointée par un microscope micrométrique fixe. Les déplacements du chariot sont mesurés par le microscope sur l'échelle divisée ; et les petites différences sont déduites, soit de la rotation de la vis du premier palpeur, soit du micromètre du microscope. Un second microscope formant relais permet d'atteindre 2 mètres dans les longueurs à mesurer.

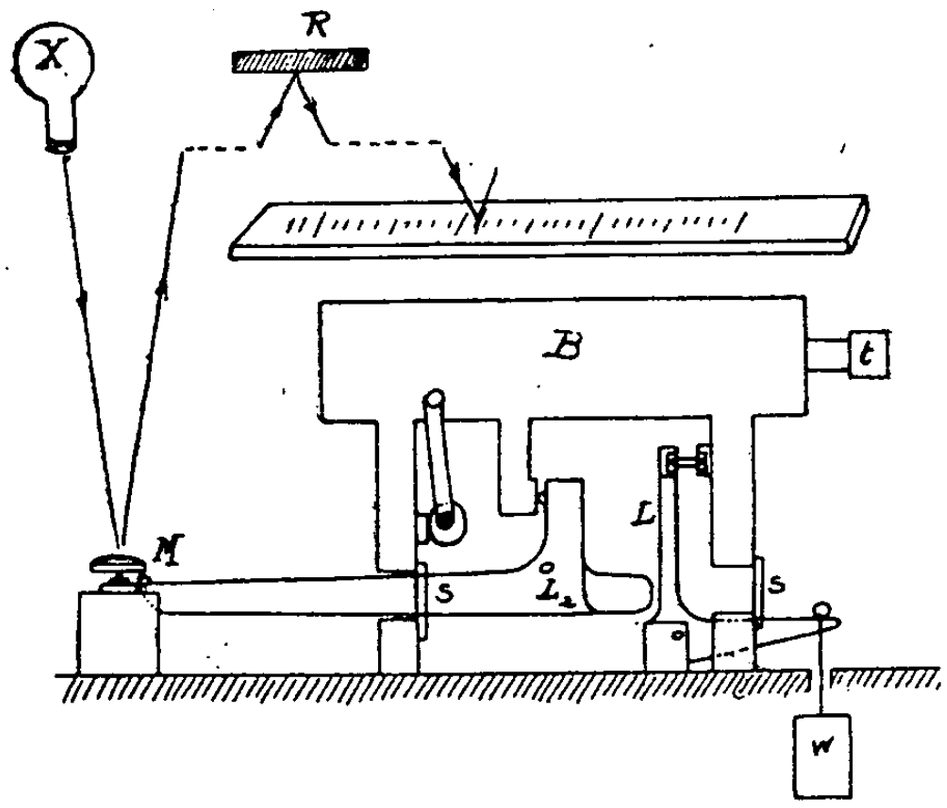


Fig. 10. — Sears' Comparator : (t touche du barillet mobile *B* porté par les ressorts 1. Amplification par le levier L_2, dont le grand bras, agissant sur le miroir *M*, déplace le spot formé par le faisceau XMR. Rappel du barillet par l'effort du poids *W* sur le levier *L*)

Cette machine peut exécuter des comparaisons correctes entre longueurs à bouts de dimensions très différentes. L'effort au contact est donné par la tension d'un ressort, mesurée sous un troisième microscope, parfois remplacé par un système de leviers.

L'originalité de la *machine Reinecker*, dont l'organe principal est également une vis micrométrique, consiste dans le repérage de l'effort au contact au moyen d'un liquide qui, sous la poussée de l'un des palpeurs, s'élève d'un petit réservoir métallique dans un tube repéré.

Parmi les comparateurs à leviers, le plus simple est le *minimètre*, qui entre en composition dans un certain nombre de machines, les schémas de la figure 9 expliquent suffisamment son fonctionnement ; il est gradué en microns.

L'*optimètre Zeiss* a pour levier un faisceau lumineux, qui dévie sous l'action d'un miroir, porté sur un système de billes, dont l'une est commandée par le palpeur mobile. L'image d'une échelle, divisée en microns, se déplace ainsi devant le repère fixe d'un oculaire ; on apprécie sans peine la fraction de micron.

La figure 10 donne le principe d'un comparateur du National Physical Laboratory, le *Sears' Comparator*, où l'amplification est obtenue par la conjugaison de deux leviers, l'un matériel L_2, l'autre optique, l'inclinaison d'un miroir M étant commandée par la grande branche du premier levier, dont la plus petite branche est entraînée par le déplacement d'un fuseau B, porté par des ressorts s.

En raison du discrédit jeté sur le niveau à la fin du siècle dernier, il est intéressant de signaler encore le *Level Comparator* du NPL, où la différence de deux étalons à bouts, dressés sur un même plan horizontal, est décelée par un niveau s'appuyant simultanément sur les extrémités supérieures des étalons par l'intermédiaire de deux pieds distants entre eux de 18 millimètres, alors que le rayon de courbure de la fiole du niveau est d'environ 200 mètres.

Mesure absolue des étalons industriels. — Les instruments précédents font seulement la comparaison de longueurs à bouts de même espèce et la plupart ne peuvent évaluer que des différences très petites. Les méthodes qui se prêtent à l'opération délicate de la détermination absolue sont l'appareil à palpeurs de M. Ch. Ed. Guillaume, la méthode d'Airy, la méthode des étalons auxiliaires tracés, et principalement les interférences lumineuses, dont nous allons dire encore quelques mots.

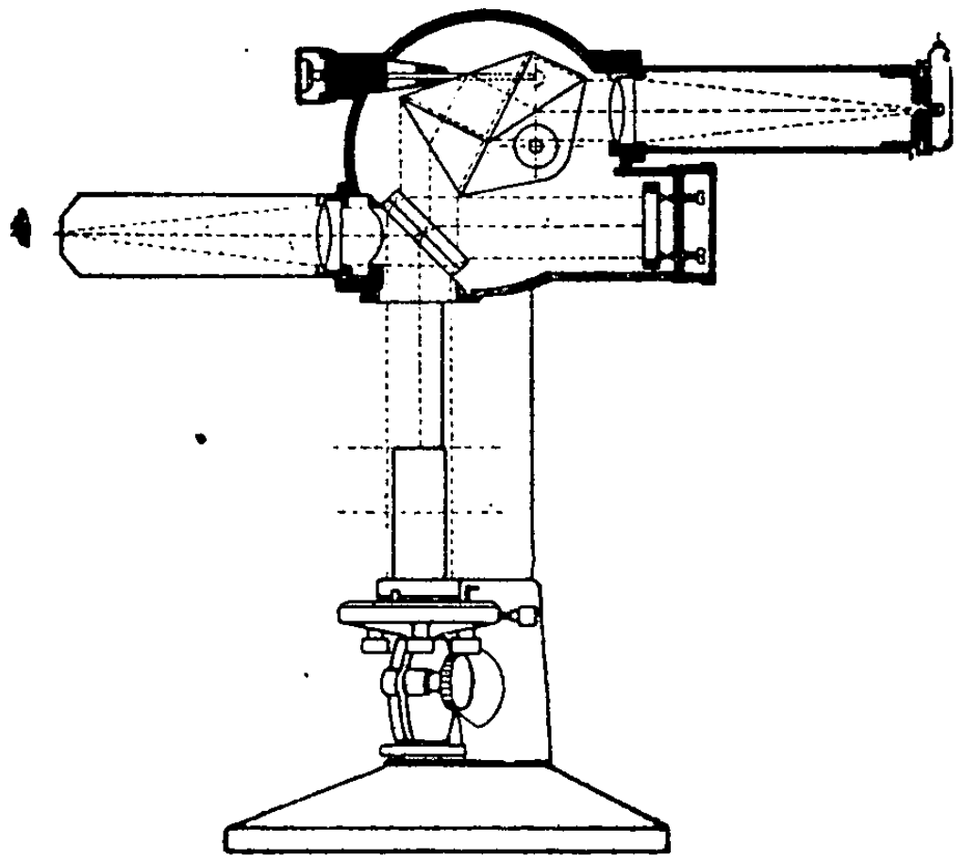


Fig. 11. — Interféromètre industriel Kösters : (un prisme dispersif précède un dispositif de Michelson, eu lumière parallèle, où l'un des miroirs interférents est remplacé par l'ensemble du calibre à étudier et d'un grand plan sur lequel il est collé.)

Mesure des calibres à bouts plans par les interférences lumineuses. — Les premières mesures faites à l'interféromètre Fabry-Pérot, sur de pe-

tits calibres Johansson, avaient permis, par des déterminations de calibres individuels et de sommes de calibres, d'établir que le film de lubrifiant qui reste intercalé dans la sommation de plusieurs calibres, reste inférieur à 2 centièmes de micron.

A la suite de cette constatation, les méthodes de mesure, employées dans divers laboratoires, ont été, et sont encore, toutes fondées sur le même principe, consistant à faire adhérer le calibre à étudier contre un plan d'acier (1), qui déborde largement de tous côtés, et à produire avec un plan de référence, réel ou virtuel, un double système d'interférences lumineuses, d'une part avec la surface supérieure du calibre, d'autre part avec la surface libre du plan d'acier. Ces interférences permettent, comme nous le verrons en terminant, de mesurer avec une très haute précision, les épaisseurs des deux lames d'air correspondantes ; et l'on a par différence algébrique la valeur du calibre.

Dans l'*interféromètre Késters* (fig. 11), le faisceau lumineux, issu d'une lampe à hélium

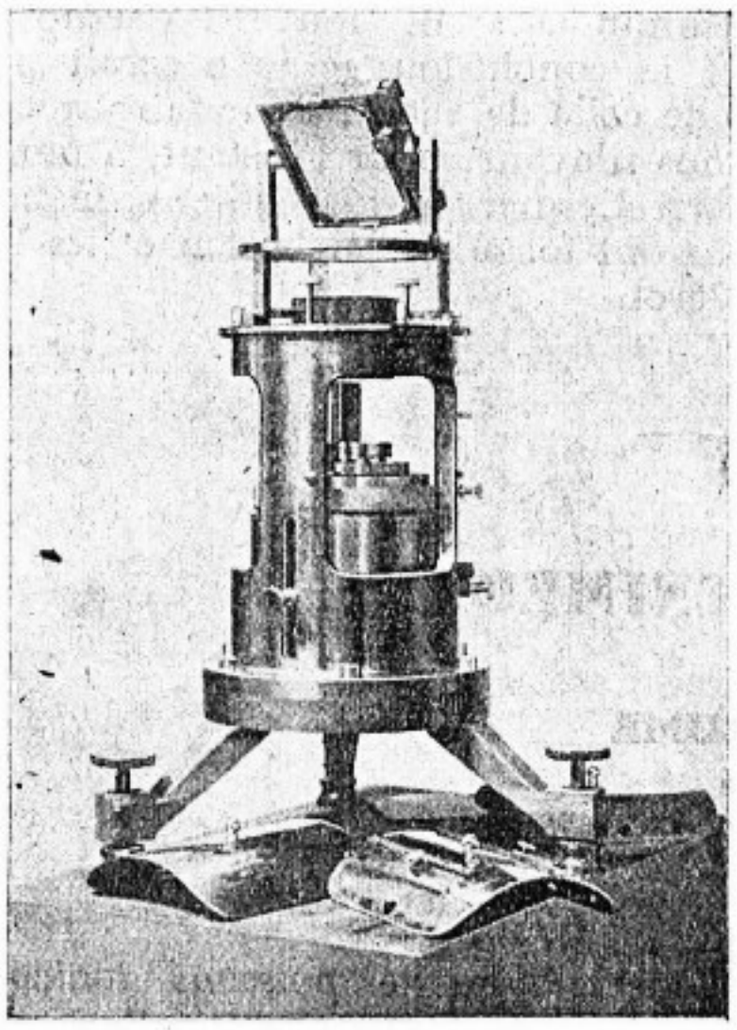


Fig. 12. — Interféromètre industriel du Bureau international : (Des franges de Fizeau en lumière parallèle sont produites entre un plan de verre de référence et l'ensemble des calibres à étudier, adhérant contre un plan d'acier qui les déborde).

ou à krypton, rendu parallèle par un collimateur avant la traversée d'un prisme à déviation constante, tombe dans un dispositif interférométrique de Michelson, dont l'un des miroirs interférents est remplacé par l'ensemble du plan et du calibre qui adhère contre lui ; l'image, par rapport à la glace semi-argentée, de l'autre miroir, formant plan de référence, est réglée à mi-hauteur du calibre. Les deux faisceaux interférents viennent converger dans le plan de l'œilleton, où la lumière de l'une des raies seulement

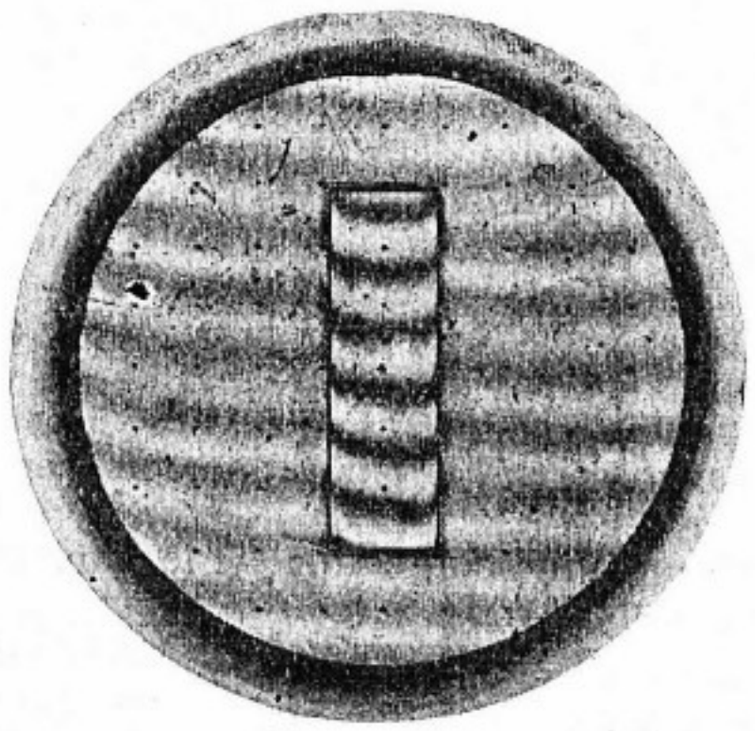


Fig. 13. — Le double phénomène d'interférence servant à la mesure d'un calibre à bouts plans : (à l intérieur du contour rectangulaire, franges produites entre le plan de référence et la face supérieure du calibre ; à l'extérieur, franges produites entre ce même plan et la surface libre du plan d'acier).

parvient à l'œil, suivant l'orientation donnée au prisme. Un autre avantage de ce dispositif est de permettre, en lumière blanche, des comparaisons rapides entre calibres de longueurs voisines.

Les sources lumineuses actuelles de l'*interféromètre du Bureau international* (fig. 12) sont une lampe à mercure et une lampe à néon. La séparation des raies est produite avant l'entrée de l'interféromètre, par un système dispersif assez puissant pour isoler l'une de l'autre les raies jaunes du mercure. Le plan de référence (plan de verre réel) est placé au dessus du calibre. L'épaisseur mesurable, en une seule observation, est réduite de moitié ; par contre, l'étendue plus grande des deux plans auxiliaires, verre et acier, donne la possibilité de diverses expériences impraticables à l'interféromètre précédent, comme la mesure simultanée de cinq calibres, la détermination d'un étalon sphérique ou cylindrique, par apposition à la partie supérieure d'un petit calibre Johansson, tenu d'autre part et ajusté au parallélisme avec le plan inférieur au moyen d'une pince à oreilles s'appuyant sur deux vis de réglage.

Dans la mesure d'un calibre unique, le double phénomène d'interférence qui prend naissance est celui qui est donné par la figure 13.

(1) Certains laboratoires font usage de plans de quartz ; l'avantage d'un acier à surface de même poli que les calibres est d'éviter la correction de perte de phase par réflexion métallique.

Pour se rendre compte sur cet exemple de la façon dont le seul aspect d'un tel phénomène permet l'étude complète du calibre, il suffit de se rappeler que dans les interférences, produites en lumière parallèle normale aux surfaces réfléchissantes, les franges ne sont autres que les lignes d'égale épaisseur, à l'équidistance d'une demi-longueur d'onde, entre le plan de référence et l'une ou l'autre des deux surfaces d'acier. Si le plan de référence est sensiblement parfait, la planéité des autres surfaces, en particulier celle du calibre, exige la rectitude des franges, leur équidistance, leur parallélisme. Et le parallélisme des deux surfaces du calibre se révèle par le parallélisme des deux systèmes de franges et leur égalité d'intervalle, quelle que soit l'orientation de l'ensemble.

Quant aux épaisseurs des lames d'air dont la différence fournit la valeur absolue du calibre étudié, elles se déduisent de la seule observation des points de repères par rapport aux systèmes de franges.

Supposons que l'on connaisse le numéro d'ordre des franges visibles dans le champ de la lunette. Sur tout le parcours de la frange d'ordre K l'épaisseur de la lame est $K\frac{\lambda}{2}$; sur toute la frange suivante, cette épaisseur est $(K+1)\frac{\lambda}{2}$. Entre ces deux franges, on apprécie la position d'un point de repère en fraction de frange, c'est l'*excédent fractionnaire* lu en ce point ; si le point est par exemple, au tiers de l'intervalle, l'excédent fractionnaire sera 0,33, et l'épaisseur de la lame d'air en ce point sera $(K+0{,}33)\frac{\lambda}{2}$.

Conclusion. — En l'année 1900, René Benoît, terminant son remarquable rapport au Congrès international de Physique, disait :

« Ma conclusion sera celle-ci : je suis per-
« suadé que nos descendants feront mieux que
« nous ; mais, pour cela, selon toute probabili-
« té, ils feront autrement. »

Les trente années qui viennent de s'écouler lui donnent déjà raison. La technique des pointés par microscopes micrométriques, sur laquelle reposait toute la métrologie de cette époque, n'a guère enregistré que des progrès de détails, perfection du tracé, ouverture des objectifs, leur grossissement, leur éclairage en lumière monochromatique, élimination de l'équation personnelle de l'observateur par retournement ; de ce côté, il semble bien en effet que, suivant un terme moderne, la métrologie ait quelque peu « plafonné ». Mais elle a travaillé « autrement », trouvant dans les interférences lumineuses un nouveau champ d'activité ; et la conclusion actuelle serait presque inverse de celle de 1900 : Pour faire mieux encore, nous n'avons, pour l'instant, à mon avis, qu'à perfectionner le merveilleux instrument que nous ont forgé les Michelson et les Benoît-Fabry-Pérot.

LES POISSONS VENIMEUX

par Albert **GUILLAUME**
Docteur ès-Sciences

Il ne faut pas confondre les poissons *venimeux*, c'est-à-dire producteurs de substances toxiques élaborées physiologiquement par des glandes ou par d'autres tissus de l'organisme et pouvant produire des intoxications chez l'homme si elles sont introduites par piqûres ou par inoculation (alors qu'elles se montrent inoffensives par simple ingestion), et les poissons *vénéneux* dont le poison est d'origine pathologique. Ex. : ptomaïnes provenant de la putréfaction des tissus, toxines résultant d'injections qui les atteignent et qui produisent des intoxications digestives plus ou moins graves.

Les deux groupes ont été étudiés avec détails, à la fois au point de vue anatomique et biologique, sous le nom de *poissons toxicophores* dans un ouvrage remarquable, d'une grande tenue scientifique, paru il y a quelques années seulement, du Dr Marie Phisalix (1). — Celui des poissons venimeux que nous avons l'honneur d'exposer aujourd'hui est particulièrement intéressant à connaître, car il comprend non seulement des animaux vulnérants, c'est-à-dire possédant un appareil inoculateur, mais encore certains poissons non vulnérants dont le poison existe dans le sang. Ex. : les anguilles, les murènes et les congres, parmi les murénides.

(1) M. Phisalix. Les animaux venimeux et les venins, Paris, 1922.

I. L'étude des *poissons vulnérants* comporte deux parties : celle de l'appareil venimeux et des piqûres; celle du venin.

A. *L'appareil venimeux* comprend toujours un organe secréteur et un appareil inoculateur. Il faut distinguer entre les *poissons qui piquent et les poissons qui mordent*. a) Chez *les poissons*

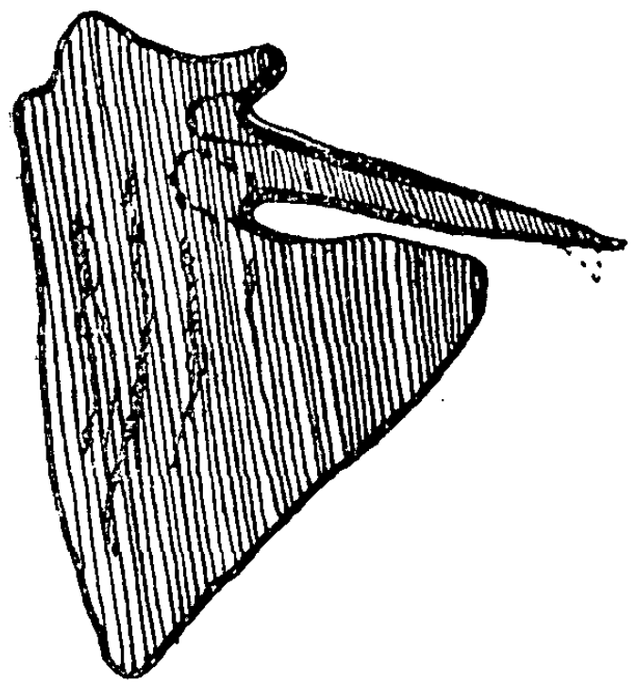


Fig. 1. — Os operculaire gauche du *Trachinus vipera* avec son épine venimeuse (d'après W. N. Parsser).

piqueurs la structure anatomique de l'appareil vulnérant a permis au Dr Marie Phisalix d'observer les trois types suivants :

1° Epines venimeuses en forme d'aiguillon droit, pourvues de deux sillons qui logent chacun une glande venimeuse constituée par un amas de cellules secrétrices : c'est le type le plus répandu, que l'on trouve réalisé dans les genres : *Trachinus* (vives, grande et petite),

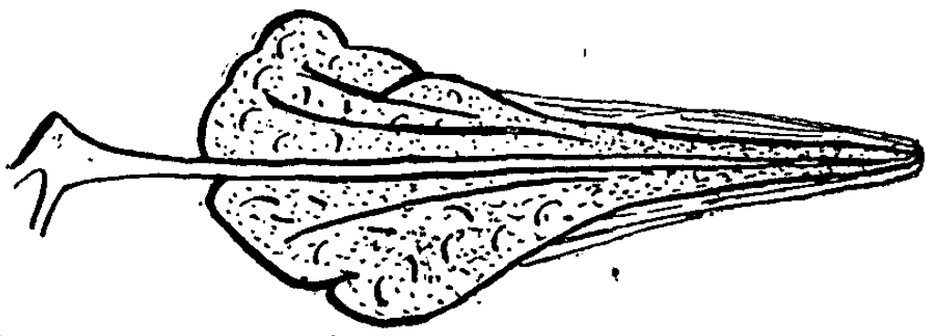


Fig. 2. — Appareil operculaire de *Trachinus*, vu par transparence (d'après W. N. Parsser).

Scorpœna (rascasse), *Trygon* (raie pastenague), *Synancea, Cottus* (chabots).

Ex. : Chez la vive (1), l'appareil est double et comprend : 1) l'appareil operculaire constitué par une sorte d'épée triangulaire, située au dessus de chacun des os operculaires et se déplaçant avec l'opercule : l'épine fait un angle maximum de 40° avec l'axe longitudinal du corps; 2) l'appareil dorsal constitué par les 13 rayons de la première nageoire dorsale et particulièrement par le troisième rayon qui est le plus dangereux.

Chez la synancée, de même. Chez les chabots ou diables de mer (*G. Cottus*), dont la piqûre est aussi redoutée par les pêcheurs de crevettes que celle des vives, l'appareil vulnérant est constitué par quatre paires d'épines sur les opercules avec, à leur base, une petite glande à venin.

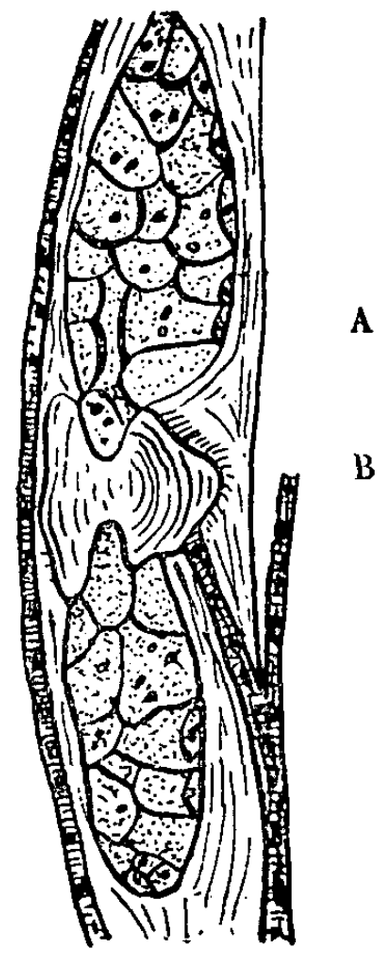


Fig. 3. — Section transversale de l'appareil operculaire de *Trachinus vipera* : A) glande venimeuse. — B) épine (d'après W. N. Parsser).

Ex. : Chez la raie pastenague (*Trygon pastinæ*), un éperon unique de 0 m. 10 de longueur, situé à la base de la queue sur son côté dorsal, dont les bords sont barbelés et qui forme ainsi un harpon, est logé, à l'état de repos, dans une gouttière de la queue et érectile à la volonté de l'animal.

Ex. : Chez les scorpènes, ce sont les rayons des nageoires paires et dorsales.

2° Les épines venimeuses sont en relation avec

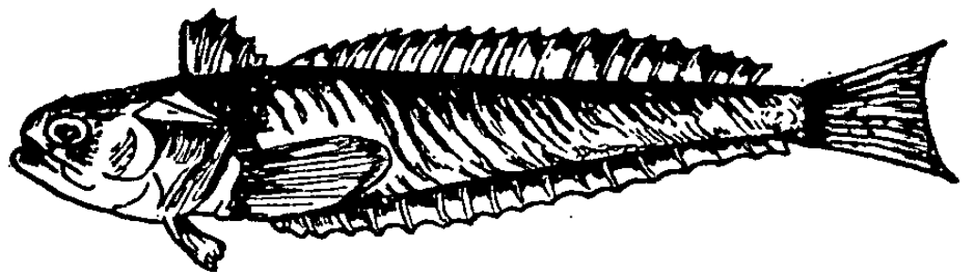


Fig. 4. — *Trachinus draco* ou Grande Vive (d'après Day).

une glande en grappe. Ex. : chez *Thlassophryme* quatre épines, dont deux en avant de la nageoire dorsale et une au-dessus de chaque os operculaire.

3° Epines osseuses très fortes en forme de

(1) L'appareil vulnérant et le venin de la vive et de la synancée ont été étudiés et décrits par Bottard dans un travail effectué au laboratoire maritime du Havre, en 1889.

lame courte, chez les *Plotonsus* qui habitent les eaux douces et marines de toutes les régions tropicales : épines très volumineuses et barbelées, en avant de chaque nageoire pectorale et de la nageoire dorsale, et formant autour de la tête, au moment de l'érection, un triangle défensif redoutable.

En résumé, toujours cet appareil venimeux ne

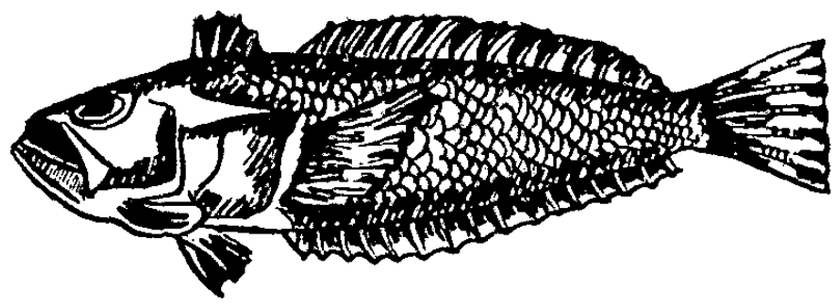


Fig. 5. — *Trachinus vipera* ou Petite Vive (d'après Day).

peut servir que d'arme *à la défense passive*, car ses mouvements sont limités à ceux des organes sur lesquels il est localisé, opercules ou nageoires et de plus, il n'y a pas de muscles, comme chez les serpents, pour actionner la glande à venin.

(6) *Les poissons qui mordent :* ce sont les murènes de la Méditerranée, magnifiques bêtes de 2 à 3 mètres de longueur, désignées sous les noms de *panthères marines*, de *léopards des eaux*, par le Dr L. Roule (1), à cause de l'éclat de leurs couleurs et de la souplesse de leur taille. Elles étaient bien connues des riches Romains d'autrefois qui les élevaient dans des viviers

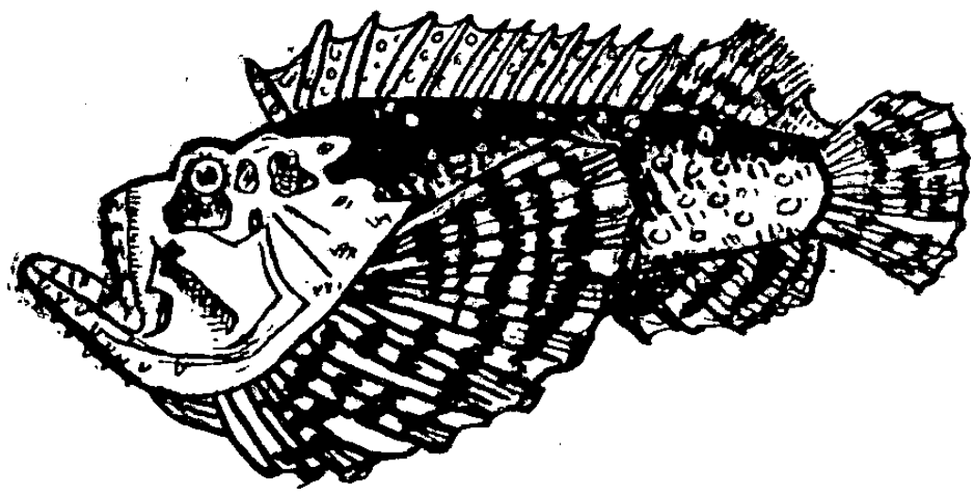


Fig. 6. — *Synanceia verrucosa* (d'après Bottard).

pour la délicatesse de leur chair. On se rappelle l'ancienne histoire de *Polléon*, ce fastueux et cruel Romain qui, pour les nourrir, leur faisait jeter des esclaves en pâture. Aussi, depuis l'antiquité, les murènes ont-elles une triste réputation; si elles sont recherchées des pêcheurs, ceux-ci se méfient d'elles et tâchent d'éviter leurs morsures, car elles sont d'une agressivité remarquable et mordent comme les vipères et les crotales : leur morsure, très profonde à cause de la longueur des dents, est venimeuse.

Bottard (2) a décrit, chez ces animaux, un appareil à venin représenté par des dents palatines et par des cellules secrétrices à la base de la muqueuse. Nous verrons qu'elles sont toxicophores également par leur sang venimeux.

Les *accidents* produits par les piqûres (ou les morsures) sont d'intensité variable suivant l'habitat, c'est-à-dire la localité du poisson et suivant l'époque de l'année à laquelle il pique ; on a reconnu que les venins de la vive, du Diable de mer paraissent surtout actifs au moment du frai.

Les *symptômes* produits par la piqûre de ces deux derniers poissons consistent en douleurs

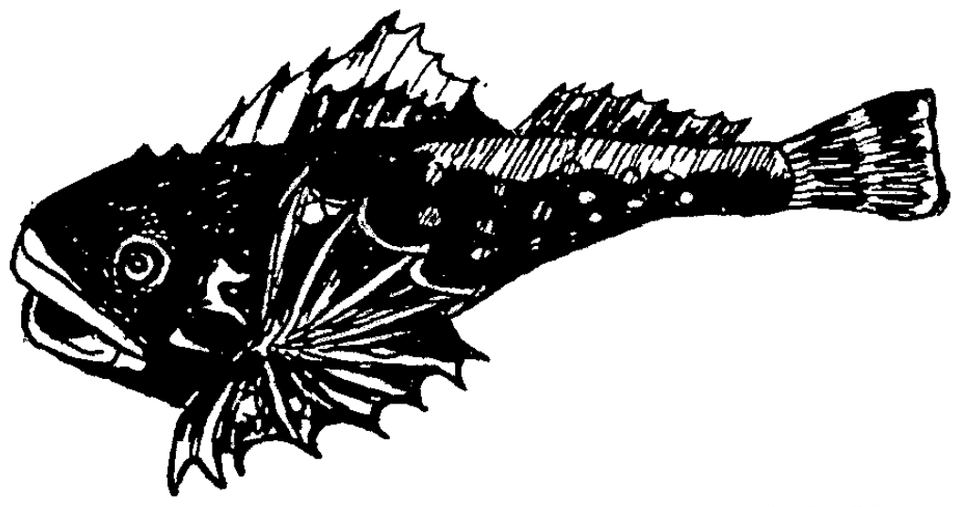


Fig. 7. — *Cottus scorpius* ou Cotte scorpion de la Manche (d'après Bottard).

plus ou moins grandes et persistantes, accompagnées de gonflement de la région piquée, fièvre, paralysie musculaire, très souvent convulsions, ralentissement des mouvements respiratoires et du cœur.

Avec le venin de synancée, poisson de l'Océan Indien, appelé le *Laffe* à la Réunion, les accidents, d'après Bomard, sont plus marqués : ils surviennent toujours à des pêcheurs ayant mis le pied nu, par mégarde, sur le poisson qui vit en partie enfoncé dans le sable; ils provoquent souvent la syncope; le venin agit comme poison paralysant. Les blessures sont très longues à guérir. Des cas de mort ont été signalés.

Le traitement des piqûres qui, en général, n'est pas effectué par le médecin, est assez empirique et les pratiques se passent de génération en génération chez les pêcheurs : *a*) en Europe, depuis l'antiquité, ceux-ci utilisent le foie et la chair des vives et des scorpènes en applications sur les blessures ; *b*) à la Réunion, pour la synancée, les guérisseurs, d'après Bomard, emploient surtout des plantes et notamment l'*Abrus preca-*

(1) Dr L. Roule. Les Poissons et le monde vivant des eaux, t. II : la vie et l'action; venin des murènes, pp. 168-188, Paris 1927.

(2) *Loc. cit.*

torius qui est considérée comme très efficace (1).

La pratique médicale se réduit à calmer la douleur qui, souvent, est très intense et à aseptiser la plaie à l'aide de teinture d'iode, d'eau de Javel ou de permanganate.

B. *Recherches sur le venin des poissons venimeux :*

a) *Son mode d'obtention:* 1. Pour les poissons qui mordent, tels que les murènes, il consiste à hacher finement la muqueuse palatine de plu-

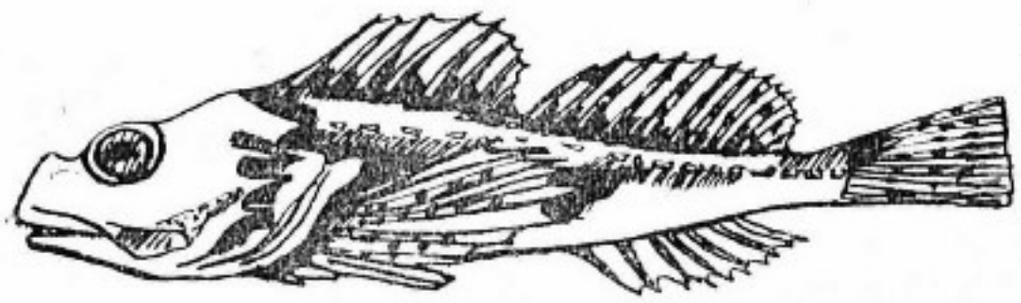


Fig. 7 *bis.* — *Cottus scorpius* (d'après Day).

sieurs murènes, à broyer celle-ci avec du sable fin et à épuiser par macération avec de l'eau salée glycérinée; le liquide filtré est précipité par l'alcool et le produit séché entre 27°-30° :les paillettes amorphes obtenues représentent le venin; 2. Pour les poissons qui piquent, Bottard aspirait directement le venin des glandes de la synancée

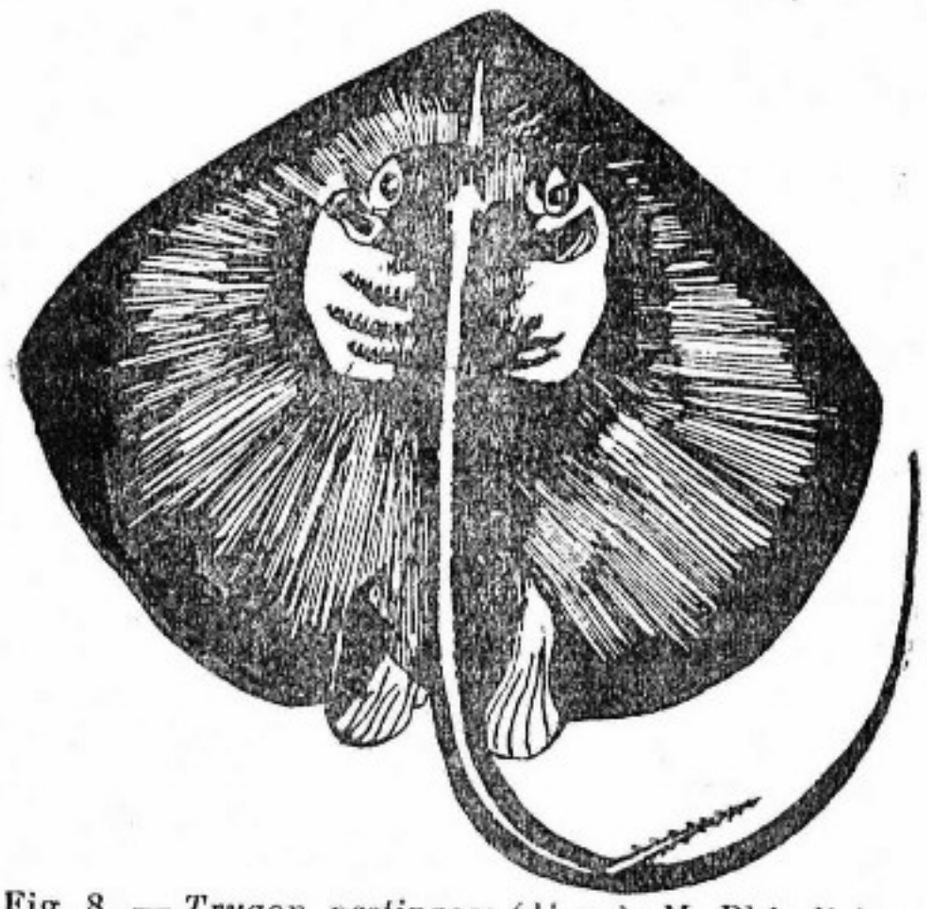


Fig. 8. — *Trygon pastinrcas* (d'après M. Phisalix).

à l'aide d'une seringue de Pravaz; le venin de la Vive a été recueilli sur l'animal vivant en comprimant la base de l'épine operculaire pour le faire sourdre à l'extrémité.

(1) Il est curieux de constater que cette dernière plante, de la famille des Légumineuses, connue sous le nom de *Jéquirity*, renferme elle-même une toxine : *l'abrine*, voisine comme action de celle de *la ricine* des graines de ricin.

b) *Ses propriétés physiques, chimiques et microscopiques* ont été étudiées surtout par Bottard avec le venin des vives et des synancées : à l'état frais ce sont des liquides limpides, bleuâtres, légèrement astringents, devenant opalescents dans la suite; de réaction à peine acide; coagulables par la chaleur précipitables par l'alcool, les acides et les bases. Au microscope : au milieu d'un plasma albumineux on aperçoit de grandes cellules à plusieurs noyaux qui sont les cellules secrétrices, accompagnées de leucocytes.

c) *Son action physiologique :* des expériences, peu nombreuses jusqu'alors, d'inoculation à quelques animaux, ont été faites par divers chercheurs (Bottard, en particulier : action du ve-

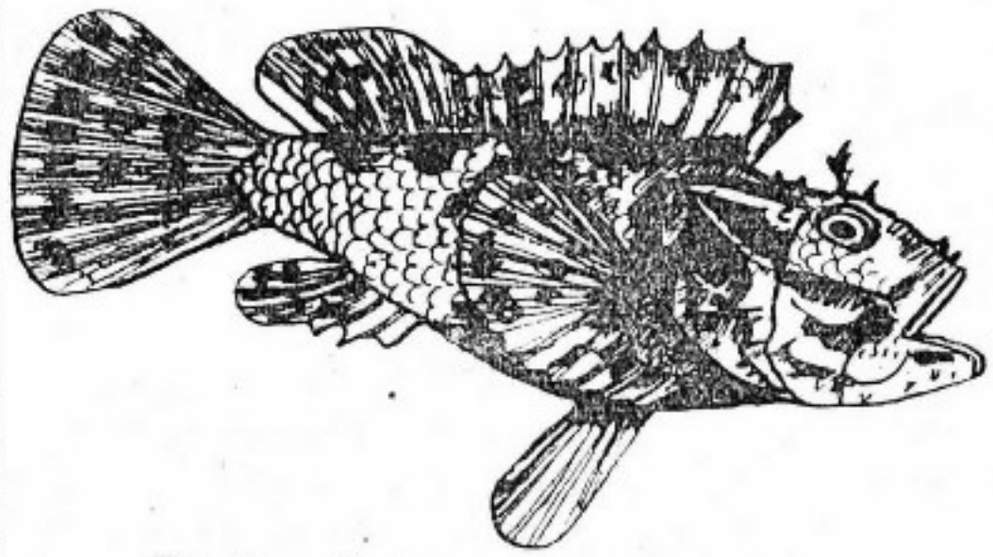


Fig. 9. — *Scorpœna scropa* (d'après Day).

nin de vive et de synancée) ; mais elles sont difficiles à tenter à cause des faibles quantités de venin dont on peut disposer; elles ont confirmé en partie les symptômes d'intoxication provoqués par les piqûres chez l'homme. Mais, faites à une époque déjà éloignée (1889), elles seraient

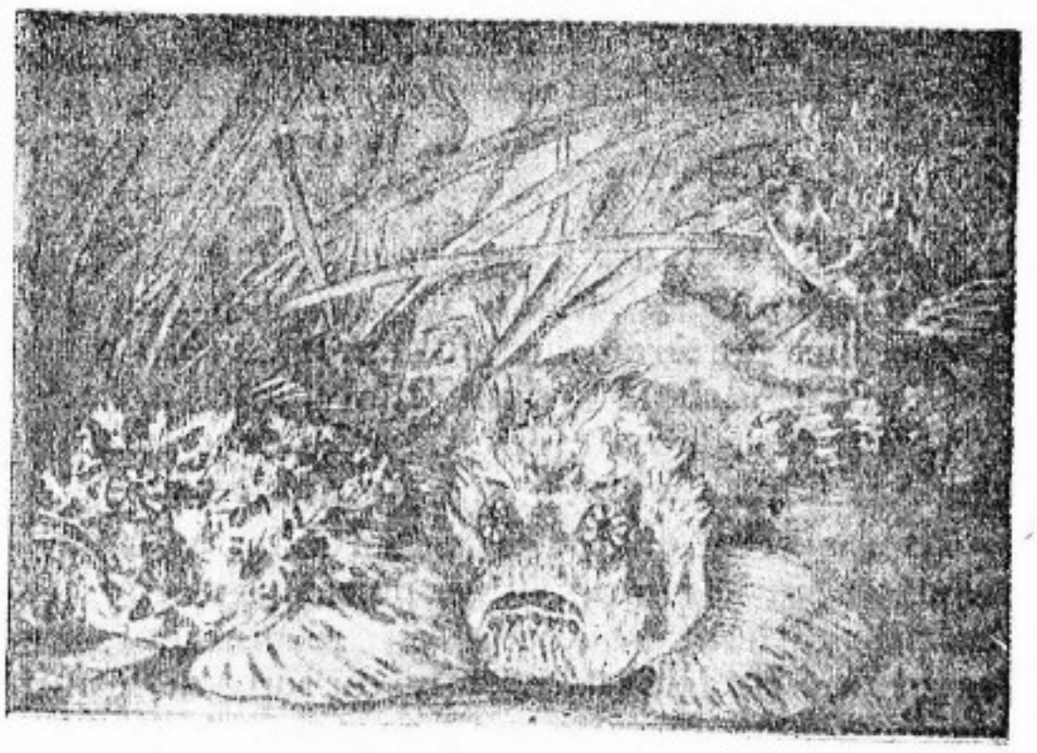


Fig. 9 *bis.* — *Scorpœna scropa* (d'après L. Roule).

à reprendre presque entièrement à la lumière des faits nouveaux découverts sur les venins depuis lors.

On sait que la virulence du venin s'atténue avec le temps et que le venin venant d'être prélevé sur un animal vivant est beaucoup plus actif que celui d'un sujet mort depuis 48 heures. On sait aussi que l'action toxique du venin peut être détruite par l'ébullition, par l'emploi

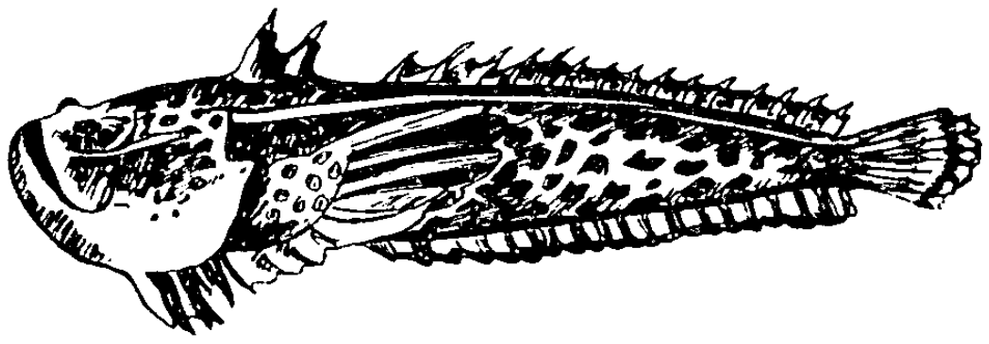


Fig. 10. — *Thalassophryrne reticulata* (d'après M. Phisalix).

des hypochlorites, ou du permanganate. D'autre part, des lapins peuvent être immunisés contre le venin de vive (vaccination), par innoculations graduées de ce venin; de plus, ils peuvent fournir un sérum anti-venimeux, pouvant servir pour immuniser contre la piqûre.

II. *Poissons à sang venimeux :*

1° *Historique.* — Nos connaissances, sur la toxicité du sang des poissons sont de date relativement récente, puisqu'elles ont eu pour point de départ la découverte faite par Mosso en 1888, de la toxicité du sang des Murénidés : la saveur amère du sang des anguilles, des murènes et des congres, rappelant celle de beaucoup de

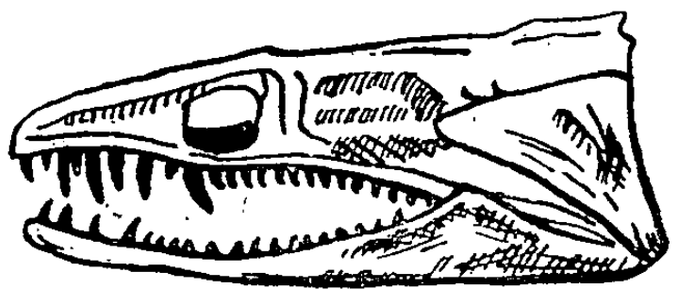


Fig. 11. — Tête de Murène.

substances toxiques, l'engagea à faire l'étude physiologique du sérum de ces poissons. Ses recherches portèrent surtout sur le sérum d'anguille de l'Adriatique dont il étudia les propriétés générales, la nature de la substance toxique, l'action physiologique sur l'organisme.

Depuis cette date, des recherches ont été entreprises sur le sang d'autres poissons : lamproie, torpille, thon, roussette et, récemment, en 1917, une étude systématique du sang de la murène hélène a été faite par Kopaczewski, au laboratoire de l'Institut océanographique de Monaco.

D'autre part, les premières recherches de Mosso sur le sérum d'anguille ont été continuées dans différentes directions par plusieurs physiologistes : à partir de 1896, par C. Phisalix, seul ou en collaboration avec G. Bertrand : comparaison de la toxicité du sérum d'anguille et du venin de vipère ; en 1897, par Delezenne : étude du pouvoir anticoagulant du sérum d'anguille, par Maglieri : variations de toxicité de ce sérum sous diverses influences et action immunisante ; en 1897-98, par Héricourt et Ch. Richet : immunisation acquise et active par le sérum d'anguille ; à partir de 1898, par Camus et Gley sur l'action physiologique (toxique et

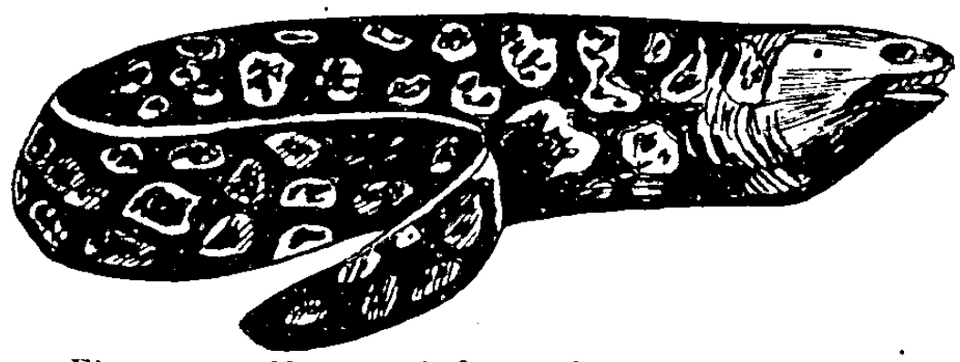
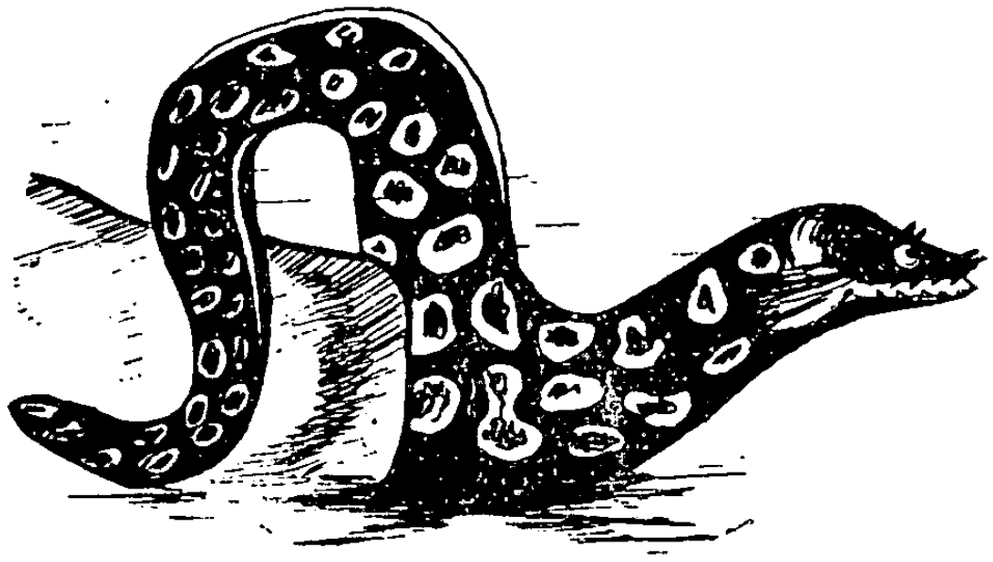


Fig. 12. — *Muræna helina* (d'après M. Phisalix).

hémolytique) du sérum d'anguille et ses rapports avec l'immunité, pour ne citer que les principaux travaux sur ce sujet (1).

En 1919, G. Buglia a étudié les propriétés et l'action physiologique (toxicité, coagulation du sang, hémolyse) de l'extrait aqueux des jeunes larves d'anguille, (appelées piéballes sur nos côtes, et que l'on recueille en abondance en certaines saisons).



Fig, 12 *bis.* — *Muræna helina* (d'après Bottard).

2° *Obtention du sérum:* plusieurs procédés ont été employés par les chercheurs : 1. Par section de la queue ou de la tête du poisson : procédé employé par Mosso pour le sang d'anguille ; celui-ci, additionné de solution salée physiologique, est centrifugé et donne un sérum très toxique qui est dilué pour expériences.

(1) Nous renvoyons pour les renseignements bibliographiques à l'excellent ouvrage du Dr Marie Phisalix, déjà cité : *Animaux venimeux et Venins*, Paris, 1922, t. I, p. 616 et dont nous nous sommes servis pour la mise au point de ce sujet.

Inconvénient de ce procédé : le sang qui s'écoule des vaisseaux lave les tissus à la surface de section et se contamine, d'où inconvénient sérieux pour sa conservation et pour l'étude. 2. Par ponction aseptique du cœur pour éviter les inconvénients ci-dessus : procédé Héricourt

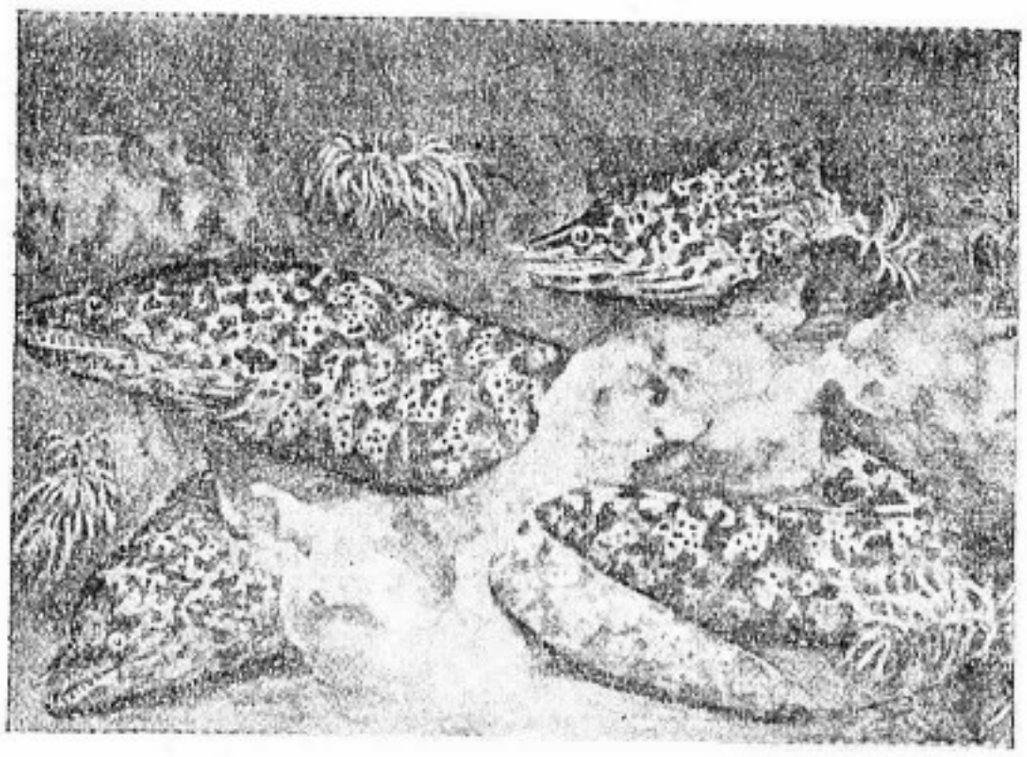


Fig. 12 *ter*. — *Muræna helina* (d'après L. Roule).

et Ch. Richet ; 3. Par prélèvement aseptique avec une fine canule dans le bulbe aortique de l'anguille ou de la murène.

Rendement : une murène de 2 kg. fournit environ 15 c.c. de sérum.

3° *Propriétés générales des sérums* : A — *Sérum d'anguille*. 1. *Composition* : il résulte des quelques travaux faits sur ce sérum qu'il renferme les quatre substances actives suivantes:

1. Une *toxine*, l'*ichthyotoxine*, dont la nature

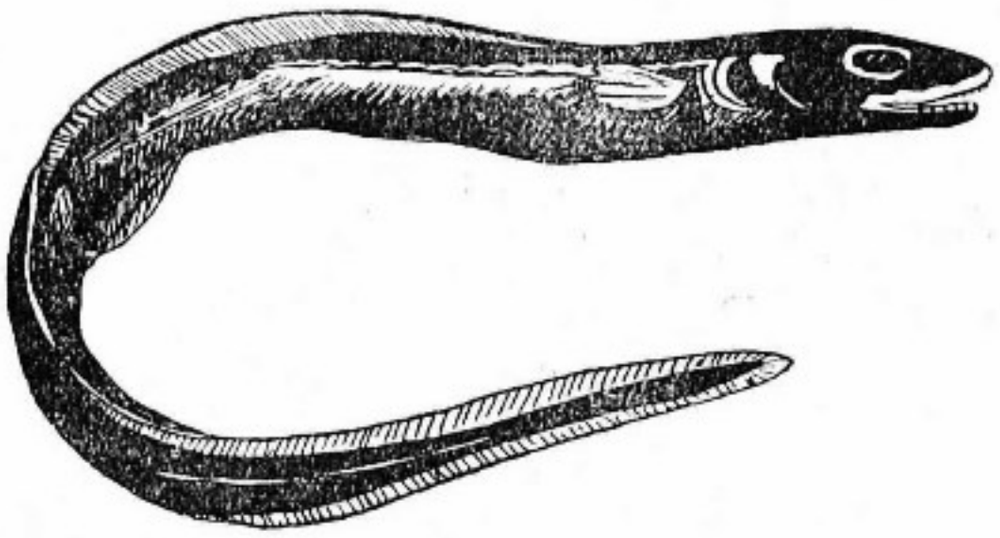


Fig. 13. — *Conger vulgaris* (d'après M. Phisalix).

et certaines propriétés (solubilité, action de la chaleur, dialyse) ont été étudiées par Mosso et par d'autres physiologistes depuis 1888 : elle appartient au groupe des toxalbumines.

2. Une *hémolysine* : les variations du pouvoir toxique et du pouvoir hémolytique ont fait penser à des substances distinctes.

3° Une *substance cytotoxique* qui agit localement sur les tissus et produit de l'œdème et des abcès par nécrose.

4. Une *substance antitoxique et vaccinante* qui agit contre le venin de vipère et contre la toxine elle-même pour immuniser l'organisme qui la porte.

Alors que l'ingestion de sérum d'anguille est inoffensive, car les principes toxiques sont détruits par le suc gastrique, au contraire, l'inoculation directe de sérum dans l'intestin ou son introduction dans l'organisme par injection sous-cutanée ou intraveineuse, amène des effets toxiques.

C'est un liquide le plus souvent bleu-verdâtre, de saveur âcre et brûlante, en rapport

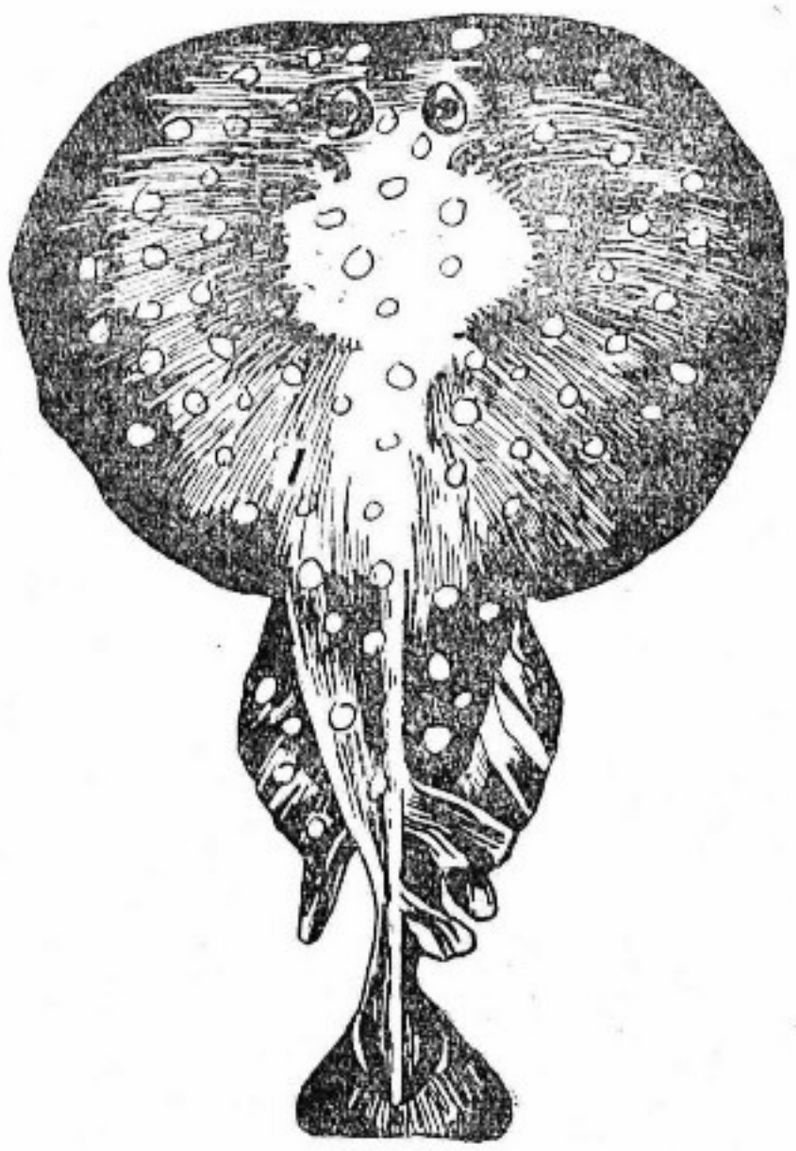


Fig. 14. — *Torpedo Marmorata* (d'après M. Phisalix).

avec sa toxicité, car les deux disparaissent ensemble.

2) *Action physiologique* : le sérum d'adulte présente :

a) *une grande toxicité*, car il suffit par injection intraveineuse de 0,1 c.c. par kgr., pour tuer le lapin et 0,2 c.c. par kgr., pour tuer le chien; mais cette toxicité varie avec les sujets, la saison, l'habitat.

Symptômes : excitation du système nerveux avec convulsions; l'animal meurt rapidement avec arrêt de la respiration précédant l'arrêt du cœur.

b) *une action anticoagulante* : d'après Delezenne (1897), le sérum agit à la façon de la peptone en déterminant une réaction qui abou-

tit à la formation dans le foie d'une substance anticoagulante.

c) *une action hémolytique*, étudiée surtout par Camus et Gley.

Le pouvoir hémolytique déterminé *in vivo* et *in vitro* :

A) est grand pour les animaux sensibles à l'action toxique du sérum. Ex. : lapin, cobaye;

B) est faible, au contraire, pour les animaux résistants à l'action toxique. Ex. : grenouille, hérisson.

D'où l'on pourrait conclure que c'est la même substance qui produit les deux catégories d'effets, toxiques et hémolytiques, mais :

1. Des expériences sur d'autres animaux : chat, marmotte ont montré que la substance neuro-toxique du sérum est distincte de la substance hémolytique : ces animaux, très sensibles à l'action toxique du sérum ont des globules aussi résistants que ceux des animaux réfractaires.

2. Les variations du pouvoir toxique ne suivent pas celles du pouvoir hémolytique. Ex. : des sérums très toxiques sont parfois peu hémolytiques; mais, d'ordinaire, un sérum très hémolytique est un sérum très toxique.

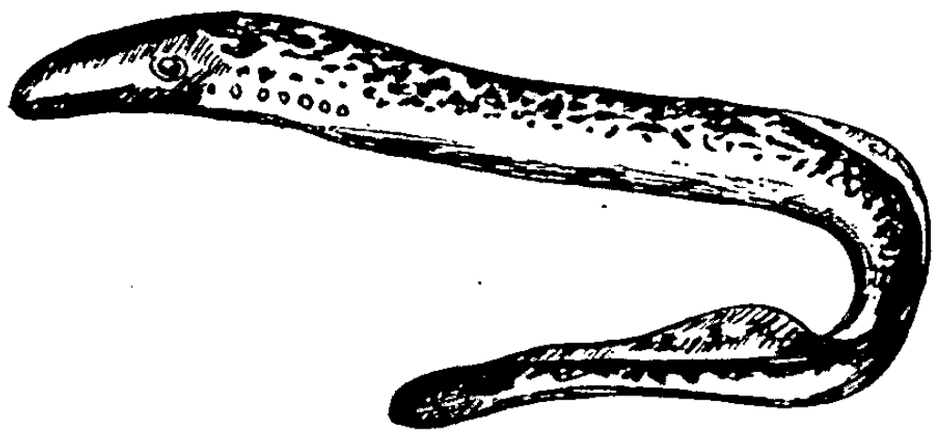


Fig. 15. — *Anguilla*.

Remarques. — Le sérum d'anguille, chauffé à 58° pendant 15 minutes, perd à la fois son action toxique et son action globulicide. La dialyse du sérum laisse passer la substance toxique, retient la substance hémolytique. Avec l'extrait aqueux du corps entier de larves d'anguille, on obtient les mêmes effets toxiques, hémolytiques qu'avec le sérum adulte.

3) *L'immunisation* : a) *Immunité naturelle :* certains animaux (hérisson, grenouille, crapaud) sont immunisés naturellement contre le sérum d'anguille; ils résistent à la fois à l'action toxique et à l'action hémolytique. De plus, une mère immunisée artificiellement peut donner naissance à des jeunes immunisés naturellement, d'où superposition de l'*immunité humorale* et de l'*immunité cytologique*.

b) *Immunité acquise :* α *active :* de 1890 à 1898, des expériences, entreprises par divers physiologistes, ont montré le pouvoir antitoxique du sang des animaux vaccinés, soit contre des poisons microbiens (toxines du tétanos, de la diphtérie), soit contre des venins, soit contre le sérum d'anguille, vis-à-vis de ces divers antigènes.

La vaccination par le sérum frais d'anguille et par le sérum chauffé à 58° pendant 15 minutes, fut étudiée en 1897 par Héricourt et Ch. Richet, d'une part : injections sous-cutanées chez le chien ; par Maglieri de l'autre : injections intraveineuses chez le lapin ; en 1898, par Camus et Gley et par Kossel au sujet du pouvoir anti-

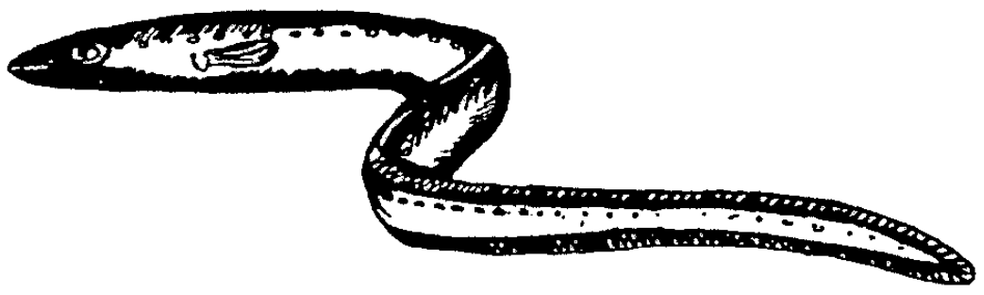


Fig. 16. — *Anguilla vulgaris* (d'après M. Phisalix).

toxique du sang des animaux vaccinés par rapport au sérum d'anguille.

Il a été reconnu que le sérum des animaux vaccinés par le sérum entier et frais est à la fois antitoxique et anti-hémolytique.

D'autre part, en dépassant la dose mortelle de sérum au moment de la vaccination, on arrive à préparer un sérum très actif qui peut immuniser des animaux très difficiles à l'être, comme le cobaye par exemple.

Enfin, en 1896, C. Phisalix avait établi les propriétés immunisantes du sérum d'anguille chauffé à 58° pendant 15 minutes vis-à-vis du venin de vipère.

β) *Immunité passive :* du sérum d'anguille mélangé *in vitro* avec le sérum des animaux vaccinés, peut être impunément injecté dans les veines d'un lapin : son antitoxine a neutralisé l'action de la toxine.

Le sérum des autres poissons : murènes, lamproies, torpilles a donné lieu à quelques études : propriétés, action physiologique : en particulier, des expériences d'immunisation croisée ont été tentées. Ex. : le sérum de murènes vaccinées immunise à la fois contre le sérum d'anguille et contre celui de murène ; celui de torpilles vaccinées immunise contre le sérum de congre et contre celui de torpille.

En somme donc, ainsi qu'on vient de le voir, des recherches assez nombreuses tentées par divers expérimentateurs sur l'appareil vulnérant des poissons venimeux, leur venin, le sang venimeux, ont été effectuées il y a une trentaine d'années environ; elles avaient été en partie exposées à l'époque dans un travail de M. le Pro-

fesseur Coutière (1) en 1899 ; elles ont été étudiées avec de nombreux détails dans l'ouvrage récent du Dr M. Phisalix qui nous a servi tout particulièrement pour la présentation de ce sujet aux lecteurs de la *Revue Scientifique*.

(1) H. Coutière. Poissons venimeux et poissons vénéneux. Thèse d'Agrégation, Ecole Supérieure de Pharmacie de Paris, 1899.

TUBERCULINIQUES ET TUBERCULEUX

par le Dr Léon VANNIER

De toutes les maladies qui déciment le monde, la tuberculose est la plus répandue.

Il faut admettre, suivant le Professeur Calmette, que, « dans les agglomérations urbaines d'Europe et parmi les populations rurales qui ont de fréquents rapports avec celle-ci, les neuf dixièmes au moins des sujets atteignant l'âge adulte, n'ont pas su se soustraire à la contamination tuberculeuse » (1).

La Société a imaginé de nombreux moyens de défense contre la tuberculose, elle a créé des centres de désinfection, des dispensaires, des hôpitaux, des sanatorias, cependant la tuberculose continue à faire des prorgès, aussi bien à la ville qu'à la campagne parce qu'on cherche la solution d'un problème mal posé.

Le médecin ne doit pas seulement chercher à guérir la tuberculose, *il doit empêcher l'individu de devenir tuberculeux*. Hygiène publique ou action sociale, décrets ou lois, discours ou conférences, autant d'actes inutiles si l'Etat ne veut pas se convaincre de la nécessité absolue de « *pré-voir* » chez ses administrés l'éclosion d'une tuberculose, et de donner aux médecins les moyens de « *reconnaître* » les individus « prédisposés » afin de les « *prémunir* » par un traitement obligatoire approprié contre le développement fatal de cette maladie qui, en fauchant de jeunes existences, en désorganisant les familles et en exterminant les foyers, affaiblit la nation.

Il ne faut pas craindre la réalité brutale. Un tuberculeux est devenu dans la société moderne un véritable « paria ». Faites votre examen de conscience. Que faites-vous quand vous apprenez brusquement qu'un membre de votre famille est tuberculeux ? La première idée qui vient à votre esprit est de l'éloigner, de l'isoler, afin de vous préserver, vous et les vôtres, de toute contagion.

(1) A. Calmette : L'infection bacillaire et la tuberculose chez l'homme et chez les animaux, 1920.

L'isolement est la réaction de défense de la Société contre le tuberculeux, c'est en réalité le seul moyen qu'elle a trouvé pour se défendre contre lui, aussi affirme-t-elle hypocritement sa nécessité en construisant quantité d'établissements dans lesquels sont parqués dans une promiscuité révoltante, des malheureux auxquels la dernière illusion leur est ainsi enlevée, l'ignorance de leur maladie.

La création d'un organisme spécial aux multiples fonctionnaires n'empêchera pas le développement de la tuberculose dans notre pays, tant qu'on aura pas trouvé le moyen d'agir non pas seulement sur la tuberculose, mais aussi sur le « prédisposé », pour lequel la Société ne fait rien, puisqu'il n'est pas « scientifiquement tuberculeux ».

La lutte contre la tuberculose n'est pas « d'ordre social », elle est « d'ordre médical ». Si le médecin savait reconnaître un « prédisposé », s'il savait « l'immuniser », le prédisposé ne deviendrait pas tuberculeux, quantité d'individus seraient ainsi sauvés, la mortalité infantile surtout diminuerait, et la nation ne serait plus en danger.

***

Deux états morbides différents, deux conduites sociales différentes.

Devant le « *tuberculeux* », c'est la réaction de défense immédiate, l'isolement nécessité par les risques de contagion, isolement qui, un jour, sera rendu administrativement obligatoire, c'est aussi la mise en jeu de tout un fonctionnement d'assistance d'hygiène sociale, dont les efforts, hors de proportion avec le rendement obtenu, ne parviennent pas à détruire le scepticisme thérapeutique du médecin averti et découragé.

Devant le « *prédisposé* », c'est l'indifférence, on attend patiemment l'éclosion d'une maladie dont le résultat fatal aboutit à un désastre. Or, le « prédisposé » n'est pas un terrain neutre et simplement de moindre résistance, sur lequel

une infection quelconque peut se greffer et développer une action. Il est « *spécifiquement prédisposé* » à la tuberculose parce qu'il contient déjà en lui des toxines tuberculiniques, parce qu'il est déjà un « *tuberculinique* ».

I. — L'Existence démontrée du tuberculinique.

Quand, pour la première fois, j'employai en 1910 cette expression « tuberculinique », c'était au cours d'une conférence dans laquelle j'exposais comment j'avais pu guérir avec des tuberculines diluées et un traitement homœopathique associé, de nombreux malades atteints de fièvre continue, de migraines, de constipation, de rhumes fréquents, de troubles urinaires, de troubles nevropathiques et dentaires. Non seulement les malades avaient pu constater la disparition complète de leurs troubles, mais ils avaient remarqué l'amélioration considérable de leur état général, l'augmentation notable de leur force et de leur poids. Ces fébriles, ces migraineux, ces constipés, ces enrhumés, ces urinaires, ces nerveux, étaient en réalité de « *prédisposés* », des malades en « *puissance de tuberculose* » et puisqu'ils guérissaient définitivement par des tuberculines diluées, puisque le résultat indiscutable se produisait chez tous les malades qui présentaient les mêmes signes cliniques, j'étais donc fondé à établir un rapport étroit et logique entre les troubles observés et la nature de l'agent thérapeutique employé, et à affirmer que ces malades étaient bien des « *tuberculiniques* ».

Reprenant en 1924 mes idées sur la tuberculose, complétées par une expérience de 14 années, j'ajoutai : « le *tuberculinique précède toujours le tuberculeux* » et j'osai affirmer : « *la toxine précède toujours le microbe* ». Formule brutale qui heurtait violemment les idées habituellemnt exposées, mais qui pouvait, en termes moins condensés, s'énoncer plus clairement : « *L'état toxinique précède l'apparition du microbe dans les rejets organiques* ».

Cette opinion, qui m'a valu alors la réputation d'un illuminé— illuminé, veut aussi dire éclairé — se trouve, pour la tuberculose, actuellement démontrée.

Les travaux du Dr Pla Y Armengol, sur la virulence du sang dans la tuberculose, parus dans le Bruxelles Médical en 1930, la récente communication du Professeur Calmette, à l'Académie de Médecine, sur *l'ultra-virus pré-tuberculeux*, viennent confirmer d'une façon absolue l'idée que j'avais été dans l'obligation d'exprimer en 1924, devant les résultats thérapeutiques obtenus.

On doit distinguer désormais, selon le Professeur Calmette :

« 1° Un groupe de maladies généralement aiguës, déterminées par l'ultra-virus, caractérisées par l'absence ou la rareté des formes normales acido-résistantes du bacille de Koch.

« 2° Un autre groupe de maladies à allure généralement chronique qui représentent soit la phase terminale d'une infection réalisée d'abord par l'ultravirus, puis par des bacilles acido-résistants qui en dérivent, soit une infection réalisée d'emblée par la pénétration directe des bacilles de Koch dans l'organisme ;

« Seul, le second groupe doit comprendre les formes de bacillose vraie avec cellules géantes et nodules tuberculeux renfermant des bacilles de Koch ;

« Dans le premier groupe, celui des maladies dues à l'ultra-virus, devront prendre place probablement « les épanchements pleuraux, péricardiques, péritonéaux, articulaires, méningés; hydrocèle, érythèmes noueux, érythèmes polymorphes, diverses affections de la peau (sarcoïdes, tuberculides, papulo-nécrotiques) ; certaines scepticémies comme la typho-bacillose ; enfin la granulie ». Il est très possible que les cas de mort subite des nouveaux-nés de mère tuberculeuse soient dues à l'ultra-virus. »

Le Professeur Calmette ajoute : « Pour toutes ces formes d'infection dans lesquelles les bacilles acido-résistants sont introuvables, ou extrêmement rares, et où l'ultra-virus paraît jouer le principal rôle, il est nécessaire de créer une dénomination qui les différencie nettement de la tuberculose ou bacillose proprement dite, et je propose le terme de granulie prébacillaire. Il faut admettre désormais, comme l'avait pressenti depuis longtemps Baumgarten, et plus récemment E. Sergent, l'existence d'une *étape prébacillaire virulente*, précédant les localisations tuberculeuses. Celles-ci ne sont, en réalité, que l'aboutissant d'une infection générale lymphatique ou sanguine réalisée soit par l'ultravirus, soit par des formes d'abord granuliques, puis bacillaires, qui en dérivent.

Il faut désormais admettre que le bacille découvert en 1882 par Robert Koch représente seulement un des stades d'évolution et une forme de résistance du virus tuberculeux. »

En réalité, cette étape prébacillaire virulente qui fut pressentie, mais dont les signes cliniques ne furent jamais décrits, cette granulie prébacillaire que le laboratoire professeur Calmette propose à notre étude, correspondent exactement à l'état tuberculinique, précédant toute tuberculose, que j'ai décrit depuis 1920 et dont j'ai déterminé non seulement les signes cliniques mais aussi la thérapeutique.

En réalité, toutes les maladies sont précédées par un *état préparatoire*, c'est cet état préparatoire qu'il faut pouvoir dépister afin d'empêcher la maladie d'éclater, ou plutôt — pour employer une expression plus juste — afin « *d'aider* » l'organisme à éliminer les toxines prépa-

rantes. Nous devons, en assurant une élimination régulière ds toxines par un drainage organique approprié, et que seule l'Homœopathie peut réaliser, empêcher l'apparition brusque de la crise d'élimination brutale qui manifeste toute maladie aiguë.

Cet état toxinique préparatoire, le laboratoire ne peut pas le déceler. C'est à peine s'il peut, en l'état actuel de la science, reconnaître la cause véritable de la maladie, car dans le cours de son progrès réel, il voit disparaître peu à peu ses idoles objectives : les microbes dont l'activité apparente s'évanouit devant des formes insoupçonnées, les ultra-virus dont la présenre est nécessairement admise, bien qu'elle soit encore impossible à objectiver.

Cet état toxinique préparatoire, tout praticien est dans l'obligation de l'admettre, mais il ne doit pas attendre un diagnostic d'un examen humoral ou d'une réaction sanguine, il doit l'établir simplement, par des moyens simples, que la Nature, dans sa raison, lui a donnés, par l'observation du malade dont les réactions physiques, biologiques et psychiques constituent autant de signes manifestes, non seulement de l'état toxinique destructeur mais aussi du remède réparateur.

II. — L'Évolution du tuberculinique.

Le tuberculinique
précède toujours le tuberculeux.

Le tuberculinique est un tuberculeux sans lésion, et, si j'emploie cette formule qui ne peut être une définition en raison du caractère négatif de sa proposition, c'est pour mieux me faire comprendre.

Anatomiquement, le tuberculeux est atteint, le tuberculinique est indemne. Le tuberculeux présente toujours une lésion, le tuberculinique n'en offre jamais. Le tuberculeux présente des modifications profondes dans les excrétions et sécrétions ; une injection de ses produits peut reproduire chez l'animal des lésions caractéristiques ; le tuberculinique ne présente, en l'état actuel de la science, aucune modification « apparente » de ses sécrétions.

Le tuberculinique n'est pas un tuberculeux puisqu'il ne présente pas de lésion : il n'est pas contagieux puisqu'il n'est pas générateur de microbes, mais il est « *én puissance de tuberculose* » et son évolution peut revêtir trois formes :

a) ou *évolution brusque : granulie.*

L'organisme ne peut arriver à faire une « localisation » et le malade est emporté au cours d'une élimination brusque, généralement provoquée par un surmenage intense ou une fatigue trop grande. Le seuil de la résistance de l'individu est franchi, la toxine a préparé le terrain sur lequel se développe brutalement le microbe qui envahit rapidement l'organisme.

b) ou *évolution lente vers la tuberculose.*

Les signes physiques font peu à peu leur apparition en rapport avec la localisation organique. Leur perception peut être aidée par l'emploi des R. X., elle est souvent prévue par l'iriscopie.

c) ou *restitution ad integrum.*

La guérison peut se faire spontanément, après une élimination brusque, rougeole ou bronchite ; après une localisation toxinique sur une séreuse, pleurésie bénigne, ayant déterminé la production d'antitoxine peu à peu résorbées ; après une élimination lente favorisée par un séjour au grand air, une exposition au soleil, une aération continue à la montagne ou à la mer.

Mais la guérison peut aussi se faire « scientifiquement » par l'administration d'une tuberculine diluée (Isothérapie) dont l'action immunisante sera assurée par l'emploi du remède de drainage approprié (Homœopathie).

Cliniquement, si le tuberculeux a des signes physiques nets en rapport avec le degré de son atteinte quel que soit l'organe touché. Le tuberculinique ne se manifeste que par des signes fonctionnels en rapport avec le degré ou la durée de son intoxication.

(*A suivre.*)

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

La vitesse de la lumière. — Parmi les « constantes » les plus importantes de la physique moderne, la vitesse de la lumière tient le premier rang. Depuis les premiers travaux de Fizeau et de Foucault, une vingtaine de déterminations de sa valeur ont été faites par les méthodes mêmes des savants français. Leurs précisions sont inégales et l'on peut être assez naturellement porté à mettre leurs divergences sur le compte des erreurs de mesure. Cependant, l'importance de la vitesse de la lumière mérite qu'on y regarde de plus près.

Dans un article de *Nature* du 22 octobre 1927, M. E.-J. Gheury de Bray, a relevé toutes les valeurs obtenues jusqu'en 1926 pour cette « constante ».

Il avait signalé alors qu'il ressortait de ce tableau que les valeurs trouvées étaient de plus en plus faibles. Dans une nouvelle note de *Nature* du 4 avril 1931, il ajoute à son tableau une détermination faite par Karolus et Mittelstaldt en juillet 1928. La détermination précédente

faite par Michelson au commencement de 1926 avait donné comme vitesse 299.796 ± 4 km./sec. La moyenne des 755 mesures de Karolus et Mittelstaedt donne 299.778 ± 20 m./sec. Il est remarquable que cette valeur soit *inférieure* à la valeur de Michelson et qu'elle se trouve en bon alignement avec les trois dernières déterminations faites dans le siècle actuel :

1902,4	Perrotin	299.901 ± 84 km. par sec.
1924,6	Michelson	299.802 ± 30 km. par sec.
1926,0	Michelson	299.796 ± 4 km. par sec.
1928,5	Kar. et Mitt.	299.778 ± 20 km. par sec.

Si les valeurs trouvées pour la vitesse de la lumière ne différaient qu'à cause des erreurs accidentelles de mesure, comment se ferait-il que, *invariablement*, chaque nouvelle détermination conduit à une valeur plus faible que la détermination précédente ? Il y a vingt-deux coïncidences en faveur d'une diminution de la vitesse de la lumière; il n'y en a point contre elle.

M. Gheury de Bray fait remarquer que la vitesse de la lumière est affectée par le champ magnétique et que les mesures de cette « constante » se font dans un champ d'intensité variable, le champ magnétique terrestre. Cependant, aucune correction ne paraît avoir été apportée aux mesures pour tenir compte des valeurs de ce champ. Vrkljan a montré (*Zeits. für Phys.*, vol 63, p. 668) qu'une diminution de la vitesse de la lumière n'est pas en contradiction avec la théorie de la relativité. Il serait important, comme le signale M. Gheury de Bray, que la constance de cette vitesse soit mise hors de doute par des preuves expérimentales, au lieu d'être un simple postulat théorique. L'erreur relativement grande de la détermination de Karolus et Mittelstaedt ne permet pas de décider de la question. J. B.

Anthropologie

Un nouveau Primate paléohominien fossile : le Sinanthrope de Pékin. — Aux premières pièces osseuses d'un nouveau Primate fossile, *Sinanthropus pekinensis*, pièces rencontrées près de Pékin en 1927, vinrent s'ajouter, au cours des années 1928 et 1929, des séries d'autres découvertes, dont la dernière consiste en un crâne, en très grande partie conservé, qu'étudie D. Black; auparavant avaient été recueillis un grand fragment de mandibule d'adulte et le pariétal du même individu, puis une mandibule complète de jeune avec toutes ses dents et plusieurs pièces du crâne de ce jeune, enfin une trentaine de dents isolées.

Dans la série quaternaire chinoise, la faune à Sinanthrope de Chou-Kou-Tien se présente comme plus ancienne que la faune du lœss du Pléistocène moyen et récent à *Elephas* cf. *namadicus*, *E. primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *E. primigenius*, *Cervus elaphus*, *Hyæna crocuta*, etc. Cependant, le milieu mammalogique du Chou-Kou-Tien rappelle celui du lœss par la présence des genres ou sous-genres *Euryceros*, *Sika*, *Buffelus*, *Bison*. Vers la base de ce lœss, sur de vastes étendues, dans la Chine du Nord et la Mongolie, P. Teilhard de Chardin et C.C. Young, que la faune du Sanmenien, avec humains, des ateliers paléolithiques, des outils isolés ou groupés, grattoirs en quartzite, etc.

D'autre part, la faune de Chou-Kou-Tien est certainement plus jeune, d'après les études de P. Teilhard de Chardin et C. C. Young, que la faune du Sanmenien, avec laquelle elle offre cependant de nombreux éléments communs : *Elephas* cf. *namadicus*, *Rhinoceros* cf. *sinensis*, *Equus* (de grande taille), *Ovis* cf. *ammon*, *Hyæna sinensis*, *Machairodus*, *Meles*, *Siphneus*, *Ochotoma*. Le Sanmenien, qui compte en outre, il est vrai, des types pliocènes et même pontiens, *Hipparion* (de fortes dimensions), *Chalicotherium*, etc., correspond à notre Postpliocène ou Quaternaire ancien.

Le gisement de Chou-Kou-Tien, remarquable encore par l'abondance des ossements de Rongeurs (*Trogontherium* cf. *Cuvieri*, *Cricetinus*, *Macrotus*, *Lepus*), est certainement plus récent que celui du Trinil (Java), où l'association faunique qu'accompagne le Pithécanthrope comporte des genres archaïques comme *Stegodon* ou *Leptobos*. Le Sinanthrope date donc de l'extrême début du Quaternaire moyen ou Pléistocène, de l'époque de notre Kissien ou Milazzien.

Le crâne de *Sinanthropus* découvert par W. C. Pei, après avoir été dégagé de sa gangue de travertin, mesure 192 mm. de longueur entre la glabelle et l'occiput : il se place, à ce point de vue, entre le Pithécanthrope (184 mm.) et l'Homme de Néanderthal (moyenne des 7 crânes de Néanderthal, Gibraltar, Spy, la Chapelle-aux-Saints, la Quina : 200 mm.). En outre, l'emplacement de la plus grande largeur du crâne du Sinanthrope est sensiblement postérieur à celui du maximum de largeur de la tête de l'Homme de Néanderthal; par contre, le frontal est moins large dans le type de Chou-Kou-Tien que chez les Moustériens.

Mais le trait le plus remarquable de la morphologie du Sinanthrope correspond à la situation en hauteur du maximum de largeur du crâne, maximum qui est situé entre les régions supramastoïdales des temporaux, c'est-à-dire très bas, comme chez les Singes. Cet abaissement du summum des saillies latérales de la tête du Sinanthrope se lie à un profil en toit de la voûte cranienne, trait typique de la forme de crâne des Mongoloïdes archaïques des régions arctiques. Le même abaissement est en connexion avec le caractère massif de la base de la région zygomatique, qui se prolonge latéralement par la crête supraéthmoïdale, laquelle est à son tour en relation avec le torus occipital.

Le tympanique du Primate de Pékin présente, à la sortie du canal auditif externe, un développement des apophyses, de type absolument unique chez les Hominiens, mais dont la trace subsiste, faiblement indiquée chez les Néanderthaliens; par contre, la morphologie et la position topographique de cette partie de l'ossature de la tête sont presqu'identiques à celles reconnues chez le Chimpanzé : si, à ce point de vue, le crâne de Néanderthal est intermédiaire entre celui des Anthropoïdes et celui des Hommes, la tête du Sinanthrope révèle un stade prénéanderthaloïde des Hominiens.

L'ensemble du crâne du Primate de Pékin est nettement humain, tandis que la mandibule demeure presque chimpanzéoïde et se fait remarquer par l'absence du menton. Les dents, très hominiennes, comptent une troisième molaire inférieure réduite, des troisième et quatrième prémolaires inférieures uniradiculaires, une canine inférieure à peine plus forte que la troisième prémolaire.

D'une façon générale, la dysharmonie céphalique du Sinanthrope rappelle tout à fait celle de l'Eoanthrope, genre dont se rapproche encore le crâne de Chou-Kou-Tien par l'épaisseur de son ossature. On sait que l'*Eoanthropus Dawsoni* a été décrit par A. S. Woodward, d'après des pièces osseuses de la tête d'un Hominien trouvé à Piltdown, au nord de Newhaven, dans des graviers datant du début du Pléistocène moyen.

D'autre part, les analogies du Sinanthrope et de *Pithecanthropus erectus* découvert par E. Dubois, dans le Postpliocène récent du Trinil (Java), affectent spécialement l'extrême développement du torus supra orbital et de la crête sagittale du front.

D'une façon constante de l'Angleterre à la Chine, les *Paléohominiens* nous appararaissent comme des types syn-

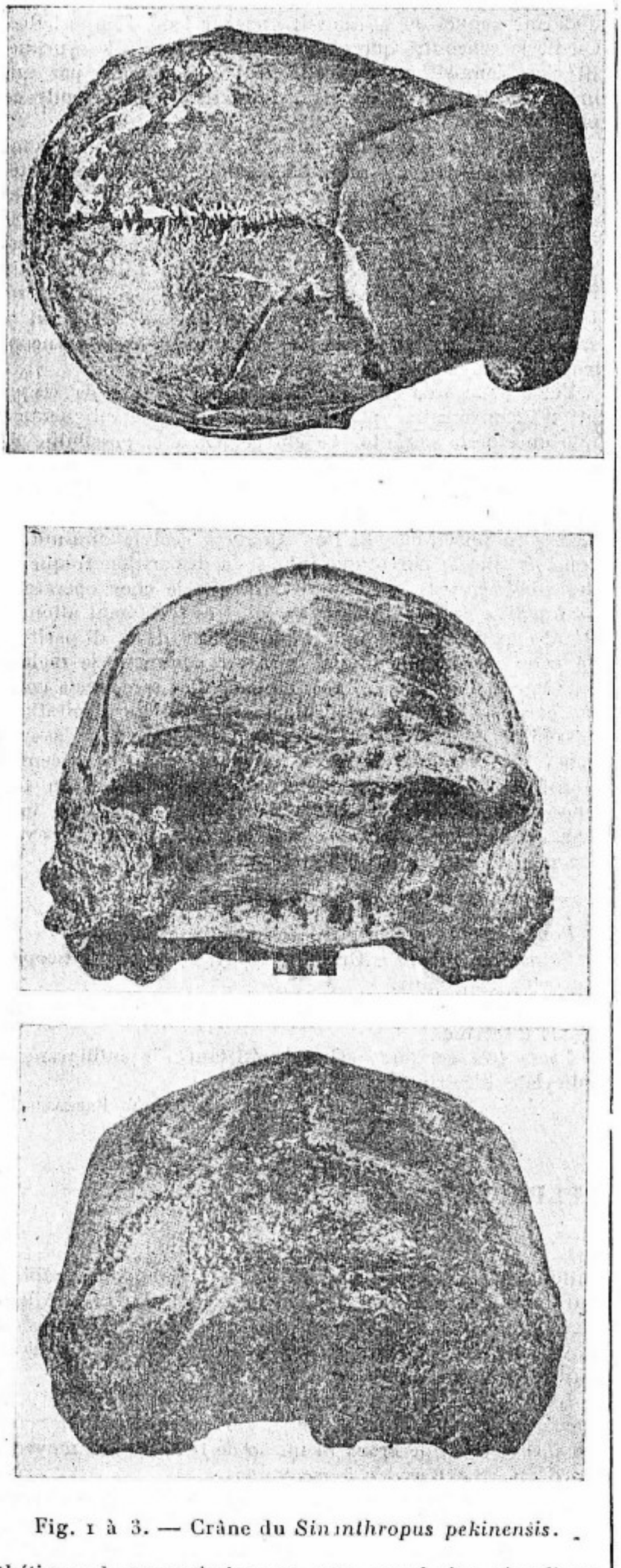


Fig. 1 à 3. — Crâne du *Sinanthropus pekinensis*.

thétiques humano-simiens et cette conclusion s'applique également au Pithécanthrope, dont la calotte crânienne simienne a été parfois opposée au fémur humain : le nombre déjà notable d'individus connus du groupe des Paléohominiens et leur large dispersion géographique ne permettent en tout cas plus d'envisager ces êtres comme des cas exceptionnels, pathologiques par exemple.

L. JOLEAUD.
Professeur à la Sorbonne.

Médecine

Il ne doit plus y avoir de mauvaises anesthésies générales. — L'anesthésie générale comporte une part d'imprévu qui explique les risques auxquels sont exposés ceux à qui les circonstances nous obligent à l'administrer.

Ces risques sont divers : beaucoup n'ont que la valeur d'inconvénients auxquels on peut remédier dans des proportions variables. Un seul est capital : la syncope. Elle peut être initiale, réflexe et presque toujours mortelle, ou secondaire, toxique, d'issue parfois moins tragique. Dans le premier cas, les injections intracardiaques d'adrénaline sont le suprême secours, dans le second, contrairement à ce qui a été dit, ces injections doivent être absolument proscrites puisqu'elles permettent aux ganglions nerveux du cœur de fixer une nouvelle dose de poison. C'est, comme nous l'avons montré avec Garrelon, aux injectios intracardiaques d'atropine qu'il faut alors demander secours.

Des recherches longuemen tpoursuivies nous ont permis, à M. Garrelon, le très distingué chef des travaux de physiologie de la Faculté de Médecine de Paris, et à moi, de mettre un peu d'ordre dans ce domaine et d'apporter aux médecins une méthode leur permettant de savoir d'avance comment le malade va réagir à l'anesthésie (locale ou générale) et de porter remède aux risques inhérents à celle-ci.

Ces recherches nous ont montré que la qualité d'une anesthésie dépend de l'état de vagotonie du sujet et qu'il est possible d'en préjuger par la recherche du réflexe oculo-cardiaque. Je laisse volontairement de côté les termes d'hyper- et d'hypo-vagotonie qui peuvent prêter à confusion.

Lorsque la compression des globes oculaires détermine un ralentissement du pouls, on est en présence d'un sujet réceptif qui va s'endormir le plus aisément. Au contraire, lorsque cette même compression ne détermine aucun changement et, à plus forte raison, déclenche une accélération du pouls, on est en présence d'un résistant que l'on aura plus ou moins de peine à endormir.

Depuis la simple agitation jusqu'à l'impossibilité absolue d'obtenir une résolution musculaire totale, on trouve ici tous les intermédiaires. Et je ne saurais passer sous silence, ce cas que tout médecin a rencontré au cours de sa carrière — et dont il a souvent gardé le désagréable souvenir — d'un malade rebelle à l'anesthésie, que le chirurgien pressé, incise prématurément, sous prétexte de le faire dormir et qui chasse sa masse intestinale, alors que les aides cherchent à la maintenir tant bien que mal sous des compresses stérilisées. Cependant, que l'anesthésiste très ennuyé, sinon rabroué, augmente son débit, oubliant que la dose anesthésique est très voisine de la dose mortelle et le risque formidable des doses massives.

A cette situation nous avons apporté un remède. Il est, en effet, possible de transformer un résistant en réceptif. Il suffit pour celà d'injecter sous la peau 1/2 milligramme de salicylate d'ésérine. Immédiatement, le silence abdominal est obtenu, aussi complet qu'avec la rachi-anesthésie. Si la paroi a été incisée prématurément, l'intestin regagne la cavité abdominale comme par enchantement

et n'en bouge plus. Cependant, le sujet continue à causer, à divaguer, suivant les réactions initiales et il y a quelque chose de frappant dans l'opposition entre cette agitation et la facilité avec quoi le chirurgien manœuvre.

Le réveil se fait souvent aussi vite qu'avec le protoxyde d'azote. Aussitôt le masque enlevé, combien de sujets m'ont dit : « Monsieur, ne commencez point, je ne dors pas ».

J'ai pu opérer avec cette méthode plus de 1.200 malades sans une anicroche et ceci en présence des médecins et chirurgiens les plus qualifiés, qui n'ont point caché leur étonnement de ce qu'ils voyaient. Quatorze fois seulement, je me suis vu dans la nécessité de faire une seconde piqûre d'un 1/2 milligramme, chez des malades en bataille et j'ai obtenu ainsi le résultat voulu.

Cette injection est plus efficace lorsqu'elle est faite sur la table d'opérations qu'à la salle d'anesthésie, à titre préventif. Elle n'exclut pas, au contraire, une injection de morphine préalable, qui calme une appréhension justifiée, mais est incompatible, cela va de soi, avec scopolamine et atropine qui en annihilent l'effet.

Chez l'enfant des considérations qu'il est facile de comprendre m'avaient empêché d'utiliser l'ésérine. Cependant, des recherches entreprises avec Garrelon nous ont montré que l'on pouvait impunément injecter à de jeunes chiens de 2 à 4 kilos des doses de 2 à 3 milligrammes d'ésérine, pendant plusieurs jours consécutifs. J'essaie actuellement avec une prudence justifiée, au moyen des doses atténuées, d'obtenir le même réultat chez les jeunes que chez l'adulte et le vieillard. Mes premières expériences me permettent d'être tout à fait optimiste.

Les résultats ont été obtenus quelle que soit la drogue employée comme anesthésique. Je laisse seulement de côté la rachianesthésie dont je fais un usage extrêmement réduit, ce pourquoi mon expérience ne me permet pas d'opinion bien assise. Mes anesthésites sont d'accord pour admettre que la dose utilisée diminue dans la proportion d'environ 40 o/o lorsque l'on emploie l'ésérine et, que dans les deux tiers des cas, on n'observe plus de vomissements post-opératoires. Ces résultats ont été confirmés de tous côtés. D'autre part, contrairement à ce que l'on pourrait attendre, l'ésérine reste sans action sur la contraction intestinale.

Des chirurgiens de province qui étaient passés chez moi, mal secondés au point de vue anesthésie et fort occupés par ailleurs, m'ont fait remarquer qu'ils n'avaient guère le temps de rechercher le réflexe oculo-cardiaque et demandé s'ils pouvaient faire systématiquement de l'ésérine chez tout malade présentant quelque difficulté à endormir. Agir ainsi serait se priver d'un test particulièrement précieux.

En effet, le ralentissement marqué du pouls, lors de la compression des globes oculaires, constitue un signe d'alarme auquel on ne saurait attacher trop d'importance. On ne le rencontre que chez des prédisposés à la syncope. Et chez ceux-ci, un correctif peut être apporté par une injection d'atropine qui transformera l'hyperréceptif en petit résistant.

Réceptif veut seulement dire un sujet dont le système vago-sympathique est réglé de façon à ne point présenter de difficultés majeures pour l'anesthésie générale. Mais ce réceptif ne dormira pas, tant qu'il n'aura pas dans le sang la quantité de drogue nécessaire. Et, par le mécanisme de l'apnée, un réceptif peut donner l'illusion d'un résistant à l'imprudent qui aurait négligé le test du réflexe. Injecter de l'ésérine en pareil cas aboutirait à faire du patient un hyperréceptif candidat à une syncope trop souvent mortelle.

Voici donc une méthode qui, sans l'ombre de risque ni d'inconvénients permet d'obtenir systématiquement une anesthésie parfaite. Le chirurgien a la possibilité de faire des sutures et des ligatures dont il peut répondre, la certitude d'éviter des diffusions septiques trop souvent mortelles, sans voir interrompre son travail par des alertes inopportunes. Si l'on ajoute à ceci la diminution considérable du narcotique inhalé, la disparition fréquente des vomissements, on comprendra que le choc opératoire — fonction de ces éléments — soit très fortement atténué. D'autre part, le fait, pour l'anesthésiste de la disparition de cette terrible inconnue, à savoir comment le malade va réagir à l'anesthésie, possibilité — fait rare, mais enfin qui existe — d'une mort brutale à la première inspiration, possibilité de faire d'un hyperréceptif candidat à la syncope, un résistant, — d'un résistant un petit réceptif, transforme radicalement l'anesthésie générale et en fait une méthode sûre et inoffensive. C'est l'avis de tous ceux, et ils sont nombreux, qui ont bien voulu l'essayer. On peut le résumer dans le tableau ci-joint :

Réflexe oculo-cardiaque :

Pouls ralenti : Réceptif. Va dormir aisément.

Pouls très ralenti : Grand réceptif. Gare aux syncopes. Correctif : atropine.

Pouls accéléré : Petit résistant. 1/2 milligramme salicylate d'ésérine.

Pouls très accéléré : Grand résistant : 1 milligramme salicylate d'ésérine.

GEORGE PASCALIS.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

Navires à destination spéciale. Le câblier « Ampère ». — Le service « Marine » des Postes et Télégraphes ne disposait jusqu'à cette année que de deux bâtiments destinés à la pose et au relevage des câbles sous-marins; un seul de ces deux navires est de construction relativement récente, l'*Emile-Baudot* de 1917, le second, la *Charente*, remontant à 1860. Au début de 1931, le nouveau câblier *Ampère* a été livré au service par la *Société Provençale de Constructions navales*, qui l'a construit et équipé dans ses établissements de La Ciotat.

L'*Ampère*, dont la puissance dépasse sensiblement celle de l'*Emile-Baudot*, est en état d'effectuer toutes les opérations nécessaires à la pose et au relevage des câbles, par tous les fonds, en Méditerranée comme dans l'Atlantique, même dans la région de Terre-Neuve. L'avant du navire est muni de renforcements nécessaires pour la navigation dans les glaces.

L'*Ampère* mesure 82 mètres de longueur entre perpendiculaires (91 m. 50 hors tout), sur 12 m. 50 de largeur au fort et 8 m. de creux (5 m. 50 de tirant d'eau moyen). Le déplacement est de 3.920 tonnes.

L'appareil moteur comprend deux machines alternatives à triple expansion, développant chacune 1200 CV. à 120 tours et donnant une vitesse maxima de 12 nœuds 5, pour 10 nœuds en service normal. La vapeur est fournie par trois chaudières cylindriques Prudhon-Capus, à circula-

tion accélérée, fonctionnant à la pression de 14 kg. et à la température de vapeur de 230°, avec chauffe au charbon. L'approvisionnement de combustible est de 700 tonnes.

La machine et la chaufferie occupent, avec le charbon, la partie milieu du navire. La partie avant comprend trois cales, la première destinée à recevoir vingt bouées, la seconde et la troisième constituant deux cuves pour câbles, d'un diamètre de 8 m. 10 pour la première et de 8 m. 35 pour la seconde, le volume net des cuves, déduction faite du cône d'enroulement, étant respectivement de 193 et 202 mètres cubes.

A l'arrière, se trouve une troisième cuve à câbles, de 8 m. 60 de diamètre et de 107 mètres cubes. Dans l'entrepont avant, au-dessus des cuves, sont installées deux machines combinées en vue de servir soit à la pose soit au relèvement des câbles. Les tambours d'enroulement sont actionnés, au moyen de pignons et de roues dentées, par une machine à vapeur spéciale. Chaque machine peut travailler de façon indépendante. La première admet comme vitesse supérieur 3 milles à l'heure sous une charge de 6 tonnes 5; la seconde 1 mille et demi à l'heure sous 13 tonnes. La vitesse inférieure est, pour les deux machines, trois quarts de mille à l'heure sous une charge de 26 tonnes.

Une machine spéciale de pose est installée sur le pont, à l'arrière du navire, pour le mouillage des longues sections de câbles par grands ou petits fonds.

A l'avant, à l'extrémité du pont, est installé un dispositif à trois roues à gorge, en fonte spéciale, destiné au guidage et à l'entrée à bord des câbles; le diamètre extrême des roues est de 1 m. 30. Une roue ayant les mêmes dimensions est installée pareillement à l'arrière pour la sortie. Un certain nombre de poulies-guides sont fixées sur le pont, ainsi que trois dynamomètres, deux à l'avant et un à l'arrière.

Le navire est équipé d'une machine à sonder Lucas, qui permet de relever la profondeur jusqu'à 900 mètres. On a installé d'autre part un sondeur par ultra-sons Langevin-Florisson et un sondeur par son Marti.

Les logements des ingénieurs et des officiers sont disposés dans le château, au milieu du navire; particulièrement soignés en vue du service pénible à accomplir, ils comprennent, en dehors des locaux d'habitation, carrés et fumoirs, des bureaux et une salle d'expérience où sont réunis tous les appareils destinés à effectuer les essais des câbles. L'équipage dispose de locaux pareillement adéquats, en cabines et postes. Un hôpital est aménagé à l'arrière.

L'*Ampère*, qui paraît devoir répondre d'une façon très satisfaisante à l'importante mission qui lui incombe, a effectué en novembre 1930 des essais en charge normale, qui ont mis en évidence un parfait fonctionnement et une excellente tenue à la mer.

Navire-usine pour la préparation de l'huile de baleine. Ce navire, qui porte le nam de *John Clark Ross*, a été construit l'année dernière aux chantiers anglais Furness, pour le compte d'une compagnie norvégienne de pêche à la baleine. Ce grand bâtiment, dont la portée en lourd atteint 20.000 tonnes, est destiné à accompagner une flottille de baleiniers, pour servir de base de ravitaillement aux sept ou huit navires qui la constituent et pour procéder immédiatement au traitement des carcasses et des huiles provenant de la pêche journalière.

Comme disposition générale, le navire présente les caractéristiques habituelles d'un grand pétrolier, équipé en plus de tout le matériel spécial pour le fonctionnement de l'usine. Les citernes à pétrole ont la contenance nécessaire pour faire face à tous les besoins de la campagne; le bâtiment fait son plein au départ de la Trinidad, où il trouve les conditions d'achat les plus avantageuses.

Au cours de la campagne, qui dure huit mois et s'effectue dans l'Atlantique-Sud, le navire doit pourvoir en mazout, d'abord à la consommation de ses propres moteurs de propulsion pour le voyage aller et retour, laquelle est d'environ 15 tonnes par jour. Il fournit ensuite le combustible aux navires de pêche qu'il accompagne; ceux-ci sont équipés de machines alternatives avec chaudières chauffant au mazout. La consommation journalière afférente à cet usage est en moyenne de 6 tonnes. Enfin, la marche de l'usine proprement dite entraîne une dépense de 40 tonnes par jour.

Au fur et à mesure de l'épuisement des différents compartiments contenant le mazout, on remplace le combustible par l'huile produite par l'usine, de sorte qu'en fin de campagne le bâtiment rentre avec ses soutes remplies à peu près intégralement d'huile.

Les dispositifs de nettoyage, à la vapeur et par brossage des parois des réservoirs ont été étudiés d'une façon particulièrement minutieuse, en vue d'éviter tout danger de contamination, lorsque l'huile est substituée au pétrole. On sait que sur les pétroliers ordinaires, certains réservoirs sont destinés à contenir alternativement du pétrole et de l'eau de mer.

L'appareil moteur, situé à l'arrière, comprend deux moteurs Burmeister, développant au total 4.500 CV.

Deux autres navires semblables sont en construction aux mêmes chantiers; les deux moteurs sont toutefois remplacés par deux machines à quadruple expansion, avec chaudières chauffant au mazout.

LOUIS BASSO.

Industrie

La manufacture des produits photographiques. — La manufacture des produits photographiques, avec ses principes compliqués et encore assez peu connus, s'est élaborée, à peu près en entier, à partir de recherches purement empiriques et poursuivies en grand nombre. Un article récent de H. Baines (1) résume, dans leurs plus grandes lignes, les différentes phases de la technique actuellement adoptée.

L'opération de début, la précipitation des halogénures d'argent en milieu colloïdal s'effectue à chaud et en lumière inactinique. L'halogénure alcalin étant présent en excès dans la gélatine, on ajoute lentement, et par petites fractions, une solution titrée de nitrate d'argent. Pour les plaques, les pellicules, et les papiers dits bromurés, on prépare ainsi un précipité de bromure d'argent contenant de 2 à 7 o/o d'iodure. Le chlorure d'argent est préféré pour les papiers devant être impressionnés par la lumière du gaz. Pour les papiers photographiques les plus courants, on recourt à un mélange de chlorure d'argent et d'un sel organique du même métal, tel que le citrate, et on incorpore ce mélange, soit dans de la gélatine, soit dans du collodion.

L'émulsion photographique est abandonnée chaude un certain temps pour le « mûrissement », destiné à faire grossir les grains d'halogénure d'argent et à les rendre plus sensibles aux radiations. On ajoute ultérieurement de la gélatine, avant de laisser l'émulsion se figer en gel par refroidissement.

Un dispositif approprié permet le lavage du gel sous pression, pour l'élimination de l'excès de l'halogénure alcalin. Puis, la préparation est de nouveau abandonnée au

(1) *Chemistry and Industry*, 28 novembre 1930.

repos, « digestion » qui accentue encore sa sensibilité à la lumière.

Certaines additions peuvent rendre la gélatine plus apte à l'usage. Par exemple, la glycérine l'assouplit. La saponine la laisse plus facilement humecter par le révélateur, ce qui supprime bulles d'air et taches au développement. L'alun de chrome abaisse sa solubilité dans l'eau chaude. Les teintures communiquent à l'émulsion des qualités orthochromatiques et panchromatiques.

L'émulsion liquide est appliquée au support de base, verre, film ou papier par des machines spéciales. Sa viscosité permet de prévoir le poids de recouvrement qui s'exprime en milligrammes d'argent métallique par décimètre carré.

D'autres manipulations accessoires ont encore lieu : apposition sur la base, verre ou film, d'un mélange de nitrate de cellulose et de gélatine, afin de favoriser l'adhésion de l'émulsion; apposition de gélatine sur l'émulsion pour la rendre plus sensible aux efforts appliqués, tels la pression de l'écriture; apposition de gélatine au dos des films pour favoriser leur enroulement.

La manufacture des produits photographiques, qui exige des manipulations minutieuses dans une obscurité relative et parfois totale, est rendue encore délicate du fait de la grande pureté à laquelle elle doit aboutir, pureté qui dépasse de beaucoup celle de toutes autres préparations commerciales.

S. V.

Statistique

Le goudronnage des routes. — L'extension de l'emploi du goudron pour l'entretien des routes en France est très nettement indiquée par les nombres qui suivent. La consommation du goudron pour cet usage a été :

1922	30.000 tonnes
1923	45.000 —
1924	97.000 —
1925	135.000 —
1926	137.000 —
1927	182.000 —
1928	232.000 —
1929	367.000 —

D'après l'*Industrie Chimique*, octobre 1930, on considère actuellement le goudronnage comme l'opération la plus expéditive pour remette les routes en état et leur donner la souplesse et la résistance que réclame l'intensité de la circulation automobile. De plus, il réduit la poussière. Comme on peut le voir par la statistique ci-dessus l'année 1929 marque un gros effort de l'Administration des Ponts et Chaussées pour le goudronnage des routes de France.

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 Juin 1931

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *F. Severi.* — **Les fonctions biharmoniques et la théorie des fonctions analytiques de deux variables complexes.**

— *G. Julia.* — **Sur la représentation conforme des aires multiplement connexes.**

— *Gr. C. Moisil* (prés. par M. Hadamard). — **Sur l'emploi des potentiels vecteurs généralisés dans l'intégration d'une classe d'équations aux dérivées partielles.**

— *R. Gosse* (prés. par M. Edouard Goursat). **Des équations $s = f(x, y, z, p, q)$ qui admettent un invariant du second ordre.**

— *G. Cerf* (prés. par M. Edouard Goursat). — **Sur les caractéristiques des systèmes en involution d'équations aux dérivées partielles.**

— *S. Mazurkiewicz* (prés. par M. E. Borel). — **Sur un problème de M. Lusin.**

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *A. Lindenbaum* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les ensembles ordonnés.**

CINÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *F. E. Myard* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur les chaînes fermées à cinq couples rotoïdes déformables au premier degré de liberté.**

THÉORIE DE LA RELATIVITÉ. — *Ch. Racine* (prés. par M. Elie Cartan). — **Contribution à l'étude du problème statique dans la théorie de la relativité.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *L. Goldstein* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur l'application de la mécanique quantique à la cinétique chimique.**

HYDRODYNAMIQUE. — *E. Crausse* et *J. Baubiac* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur les tourbillons secondaires se produisant à l'aval d'un obstacle immergé dans un liquide.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *F. Baldet* (transm. par M. E. Esclangon). — **Les bandes de Raffety et le spectre des comètes.**

Les mesures, exposées dans un tableau, montrent qu'il n'y a aucune identification possible entre les bandes de Raffety et les radiations du noyau des comètes dont l'origine, reste, par conséquent, encore à découvrir. La bande de Raffety est émise par la même molécule CH, qui donne naissance aux bandes bien connues des hydrocarbures situées de part et d'autre à λ 4300 et λ 3900. Or, ces bandes n'ont jamais été observées avec certitude dans les comètes, alors qu'elles devraient, semble-t-il, y être intenses, si la bande de Raffety s'y trouvait.

MESURES ÉLECTRIQUES. — *M. Robert* (prés. par M. P. Janet). — **Application du redresseur oxymétal à la mesure des tensions de crête.**

L'auteur décrit, à l'aide d'une figure, l'appareil qu'il a réalisé pour permettre la lecture directe des tensions sans aucun accessoire. Cet appareil se compose essentiellement d'un condensateur en série avec un redresseur oxymétal. Si on applique aux bornes de l'ensemble une différence de potentiel alternative de valeur maximum U_m, le condensateur se chargera à une différence de potentiel continue égale à U_m.

ÉLECTRICITÉ. — *S. Teszner* (prés. par M. P. Janet). — **Enregistrements d'ondes mobiles, à haute tension et à front raide par l'oscillographe à rayons cathodiques, type Dufour, à un seul degré de vide.**

Les modifications apportées à l'oscillographe à rayons cathodiques ont eu pour but d'assurer une meilleure stabilité du faisceau électrique et d'augmenter l'intensité lumineuse de la tache en la concentrant. Les modifications les plus essentielles sont : l'adjonction d'un tube protecteur métallique, surmontant l'anode, et concentrique au tube cathodique en verre ; le refroidissement à eau de l'anode et de la cathode ; la concentration de la tache au moyen d'une bobine, en forme de galette plate, entourant le tube déviateur. Les modifications des accessoires ont porté principalement sur le rupteur synchrone.

ELECTRONIQUE. — *L. Leprince-Ringuet* (prés. par M. M. de Broglie). — **Relation entre le parcours d'un**

proton rapide dans l'air et l'ionisation qu'il produit. Application à l'étude de la désintégration artificielle des éléments.

Le dispositif réalisé par l'auteur rendrait possible l'étude de la transmutation artificielle des éléments, par une voie indépendante de la méthode des tangentes à la courbe spectrale des protons, et d'une façon plus sûre. En effet, à chaque distance du corps désintégré, on peut connaître non seulement le nombre des émis en un temps donné, mais aussi, pour chacun d'eux, la valeur approximative du chemin qu'il a encore à parcourir. On peut ainsi différencier entre eux les différents groupes et discerner si les irrégularités de la courbe d'absorption proviennent d'écarts à la loi des grands nombres ou bien sont dus à l'existence de groupes définis.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *F. Margaud* (transm. par M. A. Blondel). — **Sur l'amortissement des oscillations des machines synchrones polyphasées dans la théorie des deux réactions.**

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *G. Fournier* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la traduction des intensités lumineuses en intensités sonores.**

L'auteur a réalisé un dispositif grâce auquel un aveugle peut distinguer : 1° la direction des fenêtres ou des foyers lumineux dans une pièce au centre de laquelle il se trouve ; 2° le passage des nuages sur le soleil, par réflexion sur le sol ou à l'intérieur d'une pièce ; 3° la surface occupée sur une table par une feuille de papier blanc ; 4° la présence en face de la pile, d'une personne vêtue de blanc, de gris ou de noir, les différences étant très sensibles, même à l'ombre, à l'intérieur d'une pièce ; 5° la position d'une porte fermée dans un couloir au mur blanc.

OPTIQUE. — *P. Waguet, A. Stampa* et *J. Dourgnon* (transm. par M. A. Blondel). — **Rôle des irrégularités de profil des réflecteurs pour projecteurs d'automobiles et leur contrôle photographique.**

Dans les projecteurs d'automobile de la lampe Graves, à deux filaments, le système optique doit avoir une aberration longitudinale de dimension notable, mais ne dépassant pas néanmoins une certaine valeur. Les auteurs étudient donc dans cette Note les aberrations qui, dans le cas des réflecteurs très profonds utilisés dans les projecteurs, cette étude ne pouvant être faite par les méthodes classiques surtout applicables avec réflecteurs peu profonds.

Ils exposent, à l'aide de figures, les deux méthodes qu'ils ont envisagées.

SPECTROSCOPIE. — *D. Chalonge* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur les variations de la répartition de l'énergie dans le spectre continu de l'hydrogène moléculaire.**

— *H. Grenat* (transm. par M. E. Esclangon). — **Identification du spectre de Raffety.**

Les mesures effectuées sont indiquées dans un tableau.

ÉLECTROCHIMIE. — *M. Laporte* (prés. par M. J. Perrin). — **Réactions chimiques des gaz ionisés. Synthèse de l'acide azotique.**

L'auteur a cherché à obtenir la synthèse directe des composés oxygénés de l'azote, à température peu élevée, en envisageant cette formation comme le résultat d'une recombinaison d'ions, telle que $N^+ + O^- = NO$. Il importait alors 1° de produire une ionisation intense des gaz ; de faciliter les recombinaisons en évitant autant que possible la séparation des ions de deux signes. M. Laporte décrit et figure le dispositif qu'il a réalisé.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Cazaud* (prés. par M. L. Guillet). — **Influence de la grosseur du grain micrographique sur la résistance à la fatigue de l'acier doux. Effets de l'écrouissage, du recuit et de la surchauffe.**

Pour l'acier extra-doux, la grosseur du grain, dont l'influence est maximum pour la résilience, a aussi une répercussion, moins intense, toutefois, sur la limite de fatigue. Lorsque, après un recuit convenable, le grain apparait fin, la limite de fatigue atteint sa valeur maximum, qui change peu lorsque le nombre de cristaux par millimètre carré n'est pas inférieur à 400. Dans certains cas de surchauffe, lorsque le grain est très grossier, la limite de fatigue peut être abaissée.

L'écrouissage augmente peu la limite de fatigue. Pour l'acier extra-doux recuit, le rapport d'endurance $\frac{f}{R}$ peut atteindre 0,65. La limite de fatigue est très voisine de la limite apparente d'électricité à l'état recuit.

— *M. Godchot* et *Mlle G. Cauquil* (prés. par M. Delépine). — **Sur les viscosités, tensions superficielles et parachors de quelques carbures cyclaniques.**

Les viscosités augmentent d'une façon assez régulière avec le poids moléculaire. Les tensions superficielles augmentent aussi assez régulièrement quand on passe d'un cycle à un cycle supérieur.

Pour les séries C^5 et C^6, les déterminations ont donné des parachors en accord avec ceux prévus par le calcul. Pour les séries C^7 et C^8, les auteurs ont été amenés à déterminer l'incrément pour la fermeture de ces cycles, non connus jusqu'ici ; la valeur moyenne pour le cycle en C^7 est de 4,6 et pour le cycle en C^8 de 2,37.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Portevin* et *A. Sanfourche* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'attaque des métaux usuels par les solutions phosphoriques.**

Les recherches effectuées ont permis de classer les métaux expérimentés en trois catégories :

1° Métaux très attaquables: magnésium et zinc ; 2° Métaux inattaquables : bismuth et argent ; 3° Métaux attaquables avec une vitesse plus ou moins grande, sans qu'on puisse les classer dans un ordre bien défini : aluminium, antimoine, cadmium, étain, fer, nickel, plomb.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L. Bert.* — **Sur l'action du dichloro-1. 3-propène sur les phénols sodés.**

La condensation de ce dichloro avec les phénols sodés donne naissance aux oxydes mixtes d'aryle et de β—chlorallyle R—O— $—CH^2—CH=CHCl$. Ces nouveaux dérivés se prêtent à de nombreuses synthèses.

— *P. Carré* et *P. Mauclère* (prés. par M. G. Urbain). — **La transformation des alcools polyatomiques en mono- et polychlorhydrines correspondantes au moyen du chlorure de thionyle.**

Les alcools polyatomiques peuvent être transformés successivement en mono et polychlorhydrines correspondantes, à condition que le chlorure formé soit stable et que l'alcool polyatomique ne soit pas déshydraté par le chlorure de thionyle.

— *E. Calvet* (prés. par M. J. Perrin). — **Vitesses et chaleurs de saponification des amides.**

Les chaleurs de saponification des amides de la série grasse varient peu d'un terme au suivant, alors que les coefficients de vitesse de saponification varient beaucoup surtout pour les premiers termes. Les chaleurs de saponification des amides de la série grasse diminuent légèrement à mesure que le poids moléculaire s'élève.

— *Lespieau* et *R. L. Wakeman* (prés. par M. Matignon), — **Préparations des carbures triméthyléniques, méthyle-1-propyl-2-cyclopropane.**

Les auteurs décrivent les corps obtenus au cours de leurs recherches : le bromo--2—heptanol—4, le dibromo—2,4—heptane, qui résulte de l'attaque du précédent par le tribromure de phosphore, enfin le méthyl—1—propyl—2—triméthylène, résultant de la débromuration du dibromure précédent par la poudre de zinc au sein de l'alcool.

— *R. Paul* (prés. par M. Matignon). — **Sur quelques dérivés du pentanetriol-1. 4. 5.**

CRISTALLOGRAPHIE. — *P. Gaubert.* — **Anneaux de diffraction produits par les sphérolites à enroulement hélicoïdal.**

Pour une même substance, le nombre des anneaux de diffraction dépend de la biréfringence de la préparation. En effet, une plaque de cholestérine, dans laquelle les couronnes des sphérolites correspondant à la bissectrice obtuse, ont une teinte de polarisation maximum inférieure ou égale à celle d'un quart d'onde, ne donne qu'un seul anneau. Il se produit deux anneaux si la teinte est jaune, et trois si elle atteint le vert de premier ordre.

L. Franchet.

OCÉANOGRAPHIE. — *Robert Lami* (prés. par M. L. Mangin). — **Sur l'hétérogénéité saline de l'eau des cuvettes littorales pendant les pluies.**

Pendant une journée pluvieuse du début d'avril, l'auteur a pu faire, à Saint-Malo-Saint-Servan, des prélèvements d'eau, à différentes profondeurs, dans trois cuvettes, et en déterminer la salinité. Les nombres trouvés démontrent l'existence d'une hétérogénéité saline des cuvettes à niveau constant sous l'influence de la pluie. Les couches superficielles dessalées semblent persister, en l'absence de vent et de clapotis, un temps suffisant pour agir sur les organismes et les répartir en zones, la radiation solaire et l'échauffement pouvant, par ailleurs, agir dans le même sens.

BOTANIQUE. — *A. Guilliermond* (prés. par M. Molliard). — **Nouvelles recherches sur les caractères microchimiques et sur le mode de formation cytologique des pigments anthocyaniques.**

L'anthocyane peut exister dans la vacuole à l'état de solution vraie, seule ou mélangée à des tanins, ou former avec les tanins un complexe colloïdal d'adsorption. L'anthocyane semble pouvoir, dans quelques cas, se constituer de toutes pièces, mais, le plus souvent, elle dérive de la transformation d'oxyflavonols préexistants dans la vacuole.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Henri Coupin* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Sur un facteur méconnu de la variation momentanée des végétaux.**

Le *Botrytis*, en se développant, produit un mycélium floconneux, et, généralement, des conidies plus ou moins abondantes, mais les sclérotes ne se montrent que lorsque le milieu est à la fois très humide et d'une viscosité très faible, voire même presque nulle. L'apparition de ces scléroles n'est nullement en rapport, comme l'a dit, avec l'épuisement du milieu.

CYTOLOGIE. — *A. Ch. Hollande* et *Mlle G. Hollande* (prés. par M. M. Caullery). — **Etude cytologique des différents stades du bacille d'Eberth (*Bacterium typhi* Eberth). Etat figuré du virus filtrant.**

Le bacille d'Eberth, né d'un « rénitocyte », donne primitivement naissance à des bacilles minuscules qui, en se développant, produisent les formes jeunes du bacille. De celles-ci dérivent directement : 1° en milieu favorable, les formes évoluées du bacille ; 2° en milieu défavorable, les phytoschizontes, formes longues du bacille, qui engendrent des schizophytoïdes, en tous points semblables aux formes évoluées du bacille typhique proprement dit.

PHYSIOLOGIE. — *Charles Richet fils* et *Jean Dublineau* (prés. par M. Ch Richet). — **Effets de la piqûre du quatrième ventricule sur la combustion des matières protéiques.**

Sans pouvoir encore le situer exactement, les auteurs peuvent affirmer qu'il y a un centre (ou une région) à la base du quatrième ventricule dont la lésion provoque une augmentation dans la production et l'élimination d'urée, c'est-à-dire dans la consommation des protéines. On peut supposer que c'est par l'innervation hépatique.

PHARMACOLOGIE. — *Fernand Mercier* et *Léon J. Mercier* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur un nouveau sel de spartéine ; l'isovalérianate neutre de spartéine.**

Ce nouveau sel a été obtenu à l'état cristallisé. Son point de fusion est de 45°,5—46°. Il possède toutes les propriétés de la spartéine base. Mais l'effet neurosédatif de la spartéine y semble dynamisé par l'acide isovalérianique.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *G. Champetier* (prés. par M. Georges Urbain). — **Sur la formation des alcalicelluloses.**

Le présent travail a eu pour objet de vérifier l'existence des alcali-celluloses et de déterminer leur constitution par un procédé différent de ceux qui ont été précédemment utilisés. Les résultats indiquent que la fixation de la soude par la cellulose procède par une série discontinue de moléculaires définies.

IMMUNOLOGIE. — *P. Carneiro* et *W. Kopaczewski* (prés. par M. d'Arsonval). — **Nature et spécificité des antigènes.**

Le rôle des antigènes hypothétiques peut être joué par des colloïdes de synthèse portant une charge électrique positive. La spécificité des phénomènes d'immunité semble pouvoir se ramener au rôle de la charge électrique, à laquelle il faut pouvoir ajouter celui de la structure capillaire des colloïdes que les auteurs ont signalé en 1920, précisément dans les phénomènes de choc. L'immunité apparaît de plus en plus comme phénomène électrocapillaire.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *A. Trillat* (prés. par M. Roux). — **Expérience d'infection par voie aérienne.**

Le choléra des poules peut se transmettre par l'air, surtout par l'air confiné, d'où résulte la nécessité d'aérer très largement les poulaillers pour les débarrasser de l'humidité accompagnée des produits gazeux de la respiration.

— *C. Levaditi, P. Ravaut, P. Lépine* et *Mlle R. Schoen* (prés. par M. Roux). — **L'affinité d'un virus isolé de la lymphogranulomatose inguinale (maladie de Nicolas et Favre) pour le système lymphatique du singe.**

L'inoculation de l'ultravirus de la lymphogranulomatose inguinale dans les ganglions lymphatiques du singe, détermine une polyadénie généralisée, caractérisée, histologiquement, par une prolifération intense des monocytes basophiles. La présence du virus dans le système lymphatique périphérique, 31 jours après l'inoculation, démontre l'affinité de ce virus pour le système lymphatique et sa pullulation dans les ganglions.

P. Guérin.

Séance du 22 Juin 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Kourenski* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur la variation des constantes arbitraires pour les intégrales des équations linéaires ordinaires du deuxième ordre.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Fl. Bureau* (prés. par M. E. Borel), — **Sur les fonctions holomorphes dans un cercle de rayon fini et sur les fonctions entières.**

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *W. Sierpinski* (prés. par M. E. Borel). — **Sur une propriété des limites d'ensembles.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *P. Veleus.* — **Congruences orthoptiques et congruences isotropes.**

BALISTIQUE. — *Gabeault* (prés. par M. Lecornu). — **Sur la résistance de l'air aux vitesses balistiques.**

ASTRONOMIE. — *D. Barbier* (prés. par M. E. Esclangon). — **Fonction de répartition des excentricités et des anomalies moyennes des étoiles doubles visuelles à longue période dont l'orbite n'a pu encore être calculée.**

MOTEURS A EXPLOSION. — *M. Aubert* et *R. Duchêne* (prés. par M. Cotton). — **Sur la détermination par la méthode photographique de la résistance des essences à la détonation.**

Pour classer les essences suivant leur résistance à la détonation, on opère ainsi : on distingue sur l'enregistrement : (*a*) le point d'étincelle ; (*b*) une courbe limitant un noircissement plus ou moins intense ; (*c*) le trait noir foncé et rectiligne correspondant à la détonation.

On fait une série de photographies en élevant graduellement la température initiale du mélange. A partir d'une certaine température, la courbe reliant l'étincelle au trait de détonation disparait complètement. Il ne reste plus sur le film que l'étincelle et la détonation séparées par une plage blanche. On note la température initiale à laquelle se présente ce phénomène. Cette température, qui peut être déterminée avec précision, caractériserait la résistance à la détonation d'une essence.

SPECTROSCOPIE. — *H. Deslandres.* — **Relations simples du spectre moléculaire avec la structure de la molécule,**

Ces recherches ont déjà fait l'objet de trois Notes que l'auteur a données en 1930 (29 décembre) et en 1931 (2 mars et 8 juin). Il étend aujourd'hui son étude à deux molécules nouvelles : l'anhydride carbonique CO^2 et le gaz ammoniac NH^3 dont les spectres infrarouges ont été obtenus récemment.

Les résultats sont exposés dans un tableau.

MAGNÉTISME. — *G. Foëx* et *Mlle B. Kessler* (prés. par M. P. Weiss). — **Etats magnétiques divers de l'ion nickel dans les solutions de chlorure.**

Les résultats obtenus montrent qu'un chauffage modéré (90°) n'influe pas sur l'état magnétique de l'ion. Un chauffage à température plus élevée amorce une modification de l'état magnétique : le moment diminue et tend vers sa valeur habituelle, 16 magnétons. En même temps, θ se rapproche du zéro absolu.

OPTIQUE. — *H. Hulubei* et *Mlle Y. Cauchois* (prés. par M. J. Perrin). — **Excitation monochromatique des spectres-Raman dans l'utraviolet. Applications.**

ÉLECTROCHIMIE. — *P Dupont* (prés. par M. G. Urbain). — **Etude de l'hydrolyse des solutions de sulfate de zinc à l'aide de l'électrode à quinhydrone.**

L'auteur a cherché à déterminer l'allure de l'hydrolyse du sulfate de zinc en fonction de la concentration. Les résultats sont donnés dans des tableaux.

RADIOACTIVITÉ. — *Haïssinsky* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur une nouvelle réaction du polonium.**

Par l'emploi de la méthode de Joliot, l'auteur a obtenu un pyrogallate de polomium. Il admet que le pyrogallol réduit d'abord le polonium à l'état de Po trivalent, lequel donne ensuite un pyrogallate insoluble. Le polonium se comporterait dans ce cas comme le Bi III et le Sb III.

CHIMIE MINÉRALE. — *Mme G. Bernheim* (prés. par M. A. Le Chatelier). — **Préparation des cyanamides des métaux alcalino-terreux et terreux.**

On fait passer un courant de cyanogène sur l'oxyde placé dans une nacelle de porcelaine chauffée au centre d'un four électrique. On utilise un grand excès de gaz afin d'arriver, à chaque température, au corps le plus riche possible en azote cyanamidique. On obtient ainsi des cyanamides presque pures dans le cas du baryum, du zinc et du cadmium.

— *P. Jolibois* et *G. Chaudron* (prés. par M. H Le Chatelier). — **Sur une nouvelle méthode de solubilisation du phosphate tricalcique.**

Le principe de la méthode consiste à traiter en milieu aqueux à la température ordinaire, par du chlorure de plomb, le phosphate tricalcique naturel. Une petite quantité de HCl est nécessaire pour donner au bain une légère acidité et pour neutraliser les carbonates naturels. Dans ces conditions, le phosphate tricalcique se transforme en chlorophosphate de plomb insoluble. Les eaux mères contiennent la presque totalité du calcium à l'état de chlorure, et elle atteignent une concentration de 150 gr. $CaCl^2$ par litre.

— *Al. Yakimach* (prés. par M. G. Urbain) — **Phosphates du manganèse trivalent et de l'aluminium.**

L'auteur a préparé le phosphate de manganèse trivalent et d'ammonium, le phosphate d'aluminium et d'ammonium, le phosphate d'aluminium et de potassium, le phosphate d'aluminium et de calcium.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Malaprade* et *Schnoutka* (prés. par M. Matignon). — **Séparation et dosage de l'acide borique et de l'alumine. Application aux produits silico-alumineux (verres, émaux),**

Si l'on sature à froid d'acide sulfureux une solution d'aluminate de soude, puis qu'on porte à l'ébullition la solution obtenue, il y a départ progressif d'acide sulfureux, et l'alumine précipite quantitativement, d'un milieu peu acide, sous forme d'une sulfite basique blanc, de composition mal définie. Lorsque l'acide borique accompagne l'alumine, il passe intégralement dans la solution filtrée où il est facile de le doser acidimétriquement.

Ce mode d'opération est applicable aux verres et aux émaux, quelles que soient les proportions d'alumine et de silice.

— *A. Kling* et *R. Schmutz* (prés. par M. Matignon). — **La rétrogadation des eaux de Javel.**

Le phénomène de rétrogradation des eaux de Javel, sous l'influence de la lumière solaire, directe ou diffuse, s'opère suivant deux processus différents : le premier a pour résultat la décomposition de l'hypochlorite en chlorure et oxygène ; cette réaction ne s'effectue, avec une vitesse notable, qu'en milieu concentré (degré chlorométrique supérieur à 20°).

La seconde réaction résulte d'une transformation de l'hypochlorite en chlorate et chlorure. Cette dernière est la seule qui, pratiquement prend naissance dans les solu-

tions d'hypochlorite dont le degré chlorométrique est inférieur à 12°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *G. Darzens* (prés. par M. Béhal). — **Procédé de séparation des crésols et propriétés du méta-crésol pur.**

Pour extraire le méta-crésol du mélange de méta et para-crésol, on dilue celui-ci dans un solvant organique anhydre et on ajoute de l'acétate de poudre anhydre en poudre fine. On essore le complexe formé, on lave avec le solvant, puis on le décompose par l'eau qui dissout l'acétate de soude et libère le méta-crésol. La même opération faite avec l'acide oxalique anhydre donne le para-crésol.

— *Picon* (prés. par M. Béhal). — **Sur le camphocarbonate d'argent. Organosols chimiques d'argent.**

— *E. Urion* (prés. par M. Matignon). — **Sur la cyclohexanedione, 1, 2 ou dihydropyrocatéchine.**

— *R. Lantz* et *G. Mingasson* (prés. par M. Matignon). — **Recherches sur les combinaisons bisulfitiques naphtaléniques. Action anormale du bisulfite de sodium sur certains dérivés de l'acide β-oxynaphtoïque.**

— *Ch. Courtot* et *Chaix* (prés. par M. Delépine). — **Etude dans la série du sulfure de diphénylène.**

MINÉRALOGIE. — *N. Kouriatchy.* — **Les gisements de serpentines et de chromites au Togo.**

L'auteur expose les observations qu'il a faites au Togo, au cours de son étude de l'ancienne pénéplaine gneissique qui s'étend au nord du parallèle de Tsévié jusqu'à Sokodé.

Les serpentines, massives ou schisteuses, vert-bleuâtre ou vert jaunâtre, altérées en surface sont constituées par de l'antigorite et renferment de l'amphibole secondaire.

La chromite, brune ou noire moirée, à éclat métallique, associée à une chlorite verte ou rose violette, forme des couches minces ou des filaments dans la masse du minerai.

L. Franchet.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Charles Achard* et *Augustin Boutaric.* — **Sur quelques propriétés physiques du sérum sanguin dans la néphrose lipoïdique.**

Dans un premier cas de néphrose lipoïdique, bien caractérisée, avec hydropisies, albuminurie abondante et lipoïdurie, diminution des protéides et surtout de la sérine du plasma et excès de lipides, les auteurs ont trouvé que l'absorption lumineuse était beaucoup plus grande qu'à l'état normal. Dans un autre cas, la densité optique, loin d'être augmentée, était même un peu au-dessous de la normale. Le chauffage produit également une diminution de la densité optique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *R. Fosse, A. Brunel* et *P. E. Thomas.* — **Analyse quantitative de très petites quantités d'allantoïne à de très grandes dilutions. Application à l'urine humaine.**

Tandis que 500 cm³ d'urine étaient jusqu'ici nécessaires pour une évaluation approximative de l'allantoïne, 5 cm³ suffisent, par dosage spectrophotométrique, pour une détermination précise et rapide.

L'application de la méthode à l'urine de sept individus a conduit à une teneur en allantoïne comprise entre 18 mg et 35 mg par litre.

ALGOLOGIE. — *C. Sauvageau.* — **Sur trois nouveaux exemples de pléthysmothalle (*Myriotrichia* Harv. et *Protasperococcus* nov. gen.).**

Les Algues phéosporées ephémères, ne présentant pas d'alternance de génération sexuée et asexuée, ont néanmoins une existence double. Elles se composent de deux tronçons : un état délophycé, qui dure quelques semaines ou quelques mois, et un état adélophycé jusqu'alors inconnu. Celui-ci, né de la germination des zoospores du premier tronçon, doué d'une vie indépendante et de dimensions microscopiques, se multiplie par des organes reproducteurs particuliers jusqu'au moment où, au retour de la saison favorable, il engendre un nouveau thalle délophycé. Pour rappeler ce rôle multiplicateur du tronçon adélophycé, et le distinguer d'un *prothalle*, l'auteur l'a nommé *pléthysmothalle*. Il en fait connaître, dans cette Note, trois nouveaux exemples.

Le *Protasperococcus* est remarquable par le développement lent de son pléthysmothalle de première génération, et par le développement rapide de son pléthysmothalle de seconde génération, producteur de plantules.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Paul Cristol* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur l'équilibre hémo-rachidien des bicarbonates.**

E. Derrien a montré, en 1917, qu'une substance dialysable existant dans le sang a dans le liquide céphalo-rachidien une concentration (Cr) proportionnelle à sa concentration dans le sang (S), et inversement proportionnelle à la racine carrée de sa concentration isotonique.

L'auteur montre que si, dans les cas normaux, le rapport $\frac{CO^2Cr}{CO^2S}$ oscille autour du chiffre théorique, il existe au moins deux causes d'abaissement du rapport qui s'expliquent facilement, l'une par l'élévation artificielle de la réserve alcaline du sang produite par la décarboxylation des acétylacétates dans la méthode de D. D. Van Styke, l'autre par une acidose locale due à la décomposition des bicarbonates du liquide céphalo-rachidien, par l'acide lactique engendré au cours de la glycolyse microbienne ou leucocytaire.

BIOLOGIE PHYSICOCHIMIQUE. — *Mlle Choucroun* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur l'hypothèse du rayonnement mitogénétique agissant sur la multiplication des bactéries.**

L'action mitogénétique exercée ne peut pas être expliquée par un rayonnement qui aurait la propriété bien singulière de ne traverser une feuille de plomb que lorsqu'elle se trouve enfermée entre deux lames de quartz superposées, si elles n'adhèrent pas parfaitement l'une à l'autre et aux parois du récipient. Il semble, au contraire, que les influences observées puissent être dues à une action matérielle qui se propagerait seulement le long de certaines parois.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Edouard Ducloux* et *Mlle Georgette Cordier* (prés. par M. A. Desgrez. — **Etude de certaines modifications humorales survenues au cours de l'anaplasmose marginale bovine expérimentale.**

Dans l'anaplasmose qui se traduit par une simple crise parasitaire, les variations de l'azotémie et de la glycémie sont généralement peu marquées. Lorsque l'affection s'accompagne de symptômes alarmants, le taux de l'azotémie s'élève de façon appréciable ; quant à la glycémie, elle s'élève légèrement au moment où débute le parasitisme du sang, pour descendre assez souvent au-dessous de la normale, en pleine période d'état.

— *Georges Blanc* et *J. Caminopetros* (prés. par M. Roux). — **Le virus de la fièvre boutonneuse est héréditaire chez la tique *Rhipicephalus sanguineus*.**

La ligne méridionale du chien, *Rh. sanguineus*, infectée du virus de la fièvre boutonneuse (fièvre exématique

de Marseille), transmet l'infection au germe. Les œufs, et les larves qui en éclosent, sont infectieux. Ce fait explique la persistance du virus en certaines régions et sa localisation.

BACTÉRIOLOGIE. — *Denis Bach* (prés. par M. Béhal). — **Mécanisme de l'action antiseptique de l'acide lactique pour le *Bacterium coli*.**

L'acide lactique ne doit pas seulement son pouvoir antibiotique aux ions H, qu'il met en liberté. Il y a, se superposant à celle des ions H, une autre action toxique qui ne peut être due qu'à la fraction de l'acide à l'état moléculaire. L'auteur montre qu'on peut en connaître la concentration dans chaque cas, et déterminer la valeur infertilisante de la molécule lactique et de celle des acides faibles en général.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — La séance publique des cinq Académies aura lieu le 24 octobre 1931. Une lecture sera faite par M. Blaringhem.

Institut Océanographique. — *Prix George Kohn.* — Ce prix, qui se monte à 2.800 francs, sera décerné en 1932. Le sujet mis au concours est le suivant :

« Etude générale de l'influence des hautes pressions, en particulier de celles que l'on rencontre aux grandes profondeurs, sur le développement et la vie des organismes vivants. »

Institut international d'Anthropologie. — A l'occasion de l'Exposition Coloniale, l'Institut international d'Anthropologie tiendra une session extraordinaire du 20 au 27 septembre, sous la présidence d'honneur de M. Paul Doumer, Président de la République et du Maréchal Lyautey, Commissaire général de l'Exposition.

Cette session sera en même temps que sa Ve assemblée générale, le XVe Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique.

Les adhésions sont reçues jusqu'au 1er août au Secrétariat de l'I.I.A., 15, rue de l'Ecole de Médecine, où l'on peut se procurer le programme détaillé du Congrès.

Service des Poudres. — Deux Concours auront lieu aux dates suivantes :

1° Le 16 novembre 1931, pour une place d'Elève-Ingénieur des Poudres ;

2° Le 23 novembre 1931, pour une place d'agent chimiste militaire des Poudres.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Inspection générale des Poudres, 12, Quai Henri IV, Paris.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences. — Soutenance de thèses de Doctorat.* — Les thèses suivantes ont été soutenues :

8 juillet. — M. Hagène : « *Recherches écologiques sur quelques groupements végétaux des environs de Dijon.* »

8 juillet. — M. Haskelberg : « *Recherches sur la préparation des glycérides amino-acides.* »

— Les dossiers de demandes de prêts d'honneur pour les étudiants seront reçus au Secrétariat de l'Académie de Paris, à la Sorbonne du 1er septembre au 15 octobre, dernier délai.

Muséum national d'Histoire naturelle. — M. Humbert, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences d'Alger, est nommé Professeur à la Chaire de Phanérogamie du Muséum en remplacement de M. Lecomte, admis à la retraite.

M. Jeannel, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier, est nommé Professeur à la chaire d'Entomologie du Muséum, en remplacement de M. Bouvier, admis à la retraite.

Université de Toulouse. — *Faculté des Sciences. — Soutenance de thèse.* — 27 mai. — M. Rabaté : « *Sur les notions originelles de la géométrie infinitésimale directe.* »

— Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Despax, Maître de Conférences.

Université de Lille. — *Faculté de Médecine.* — M. Bertin, agrégé, est nommé Professeur de clinique des maladies cutanées et syphilitiques en remplacement de M. Charmeil.

Université de Lyon. — *Faculté de Médecine et de Pharmacie.* — M. Courmont, Professeur d'Hygiène, est nommé Professeur de Clinique et de prophylaxie de la tuberculose (chaire nouvelle).

Université d'Aix-Marseille. — *Faculté de Médecine et de Pharmacie.* — Sont nommés Professeurs titulaires : MM. Audibert, Professeur sans chaire, chargé de cours de Clinique médicale ; Olmer, professeur sans chaire, chargé de cours de Clinique médicale ; Silhol, professeur sans chaire, chargé de cours de clinique chirurgicale.

Le titre de Professeur sans chaire est conféré à MM. Fiolle, Chargé de cours de Pathologie externe ; Beckenroth, Chargé de cours de Clinique des maladies exotiques, Mattei, Chargé de cours de Thérapeutique à la Faculté mixte de Médecine générale et coloniale et de Pharmacie.

Université de Bordeaux. — *Faculté de Médecine et de Pharmacie.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Lacoste, agrégé.

Université de Besançon. — *Faculté des Sciences.* — M. Wolfers est nommé Professeur de Physique générale en remplacement de M. Thomas.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Besançon. — Un concours pour l'emploi de professeur suppléant des chaires d'Anatomie et Physiologie à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Besançon s'ouvrira le lundi 28 décembre 1931, devant la Faculté de Médecine de Nancy.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Précis de Chimie Analytique, par G. DENIGÈS, L. CHELLE et A. LABAT, professeurs à l'Université de Bordeaux. *Sixième édition.* Deux petits in-8° de 850-766 pages avec 1 planche en couleurs, 2 en noir et 154 figures. N. Maloine, éditeur, Paris. — Prix : 175 francs.

Le « Denigès » n'a pas besoin qu'on le recommande aux chimistes et aux pharmaciens qui lisent la *Revue Scientifique*, mais il n'est pas inutile de leur signaler les modifications que l'auteur a fait subir à cette nou-

velle édition afin que son livre conserve sa forme didactique tout en s'enrichissant des acquisitions nouvelles de la chimie analytique.

A mesure qu'à chaque édition s'augmentait le nombre de pages, l'ouvrage devenait moins maniable; comme il risquait de devenir peu commode, pour la sixième édition, en raison du nombre des additions qui devaient y être introduites, il a été décidé que le Précis comporterait deux volumes.

Le Professeur Denigès a eu l'heureuse idée d'en profiter pour transformer sensiblement son Précis et dans ce but il a fait appel à la collaboration des Professeurs Chelle et Labat qui furent jadis ses élèves.

Bien entendu le plan original du Précis a été conservé, mais tout le texte a été remanié de manière à y inclure toutes les dernières nouvelles et même à y ajouter de nombreux paragraphes, surtout relatifs aux produits biologiques. Parmi toutes les méthodes proposées, les auteurs se sont très judicieusement bornés à décrire celles dont la simplicité, la rapidité d'application, et la précision ont été mises en évidence par la pratique journalière. Enfin, les auteurs se sont efforcés de tenir compte des réformes récentes de la nomenclature chimique, mais en évitant de dérouter les nombreux lecteurs qui ne sont pas encore bien familiarisés avec la nouvelle terminologie. Ainsi transformé, complété et mis à jour, le Précis de Chimie analytique du Professeur Denigès est assuré d'un succès encore plus grand, si possible, que celui obtenu par ses cinq premières éditions.

A. BERTHELOT.

Paralysie générale et malariathérapie, par R. LEROY et MEDAKOVITCH. Préface du Pr Wagner-Jauregg. In-8° de 480 pages. C. Doin et Cie, éditeur, Paris. — Prix : 80 francs.

Quand on connaît l'évolution fatale d'une aussi lamentable affection que la paralysie générale on ne peut que se féliciter de l'arme efficace introduite dans la thérapeutique par le Pr Wagner-Jauregg (de Vienne) en 1917 et qui depuis s'est répandue dans tous les pays enregistrant partout un pourcentage de succès, gage de son efficacité.

Les auteurs font le point de la question et basent leur étude sur des observations personnelles et sur un faisceau important de documents émanés de tous les pays dont une bibliographie de plus de cinquante pages donne les références

Les rémissions obtenues par l'inoculation du paludisme portent non seulement sur l'état intellectuel mais encore sur les signes neurologiques, témoignant d'une action profonde dont le mécanisme intime paraît revêtir une spécificité réelle à l'égard des méninges atteintes par le processus. Technique des inoculations, procédés de laboratoire qu'elles exigent pour la conservation du sang. évolution de l'impaludation, accidents, contre-indications. traitements, associés... sont étudiés en détails dans une série de chapitres bourrés de faits et de documents. Les résultats observés sont collationnés d'après les diverses statistiques et les cas traités par les auteurs : ils concourent à prouver l'indéniable efficacité de la méthode, d'autant plus grande qu'elle est plus tôt appliquée. Ce qui amène à souhaiter une coordination meilleure des efforts pour établir des diagnostics plus précoces.

Le côté médico-social de la question n'est pas négligé, notamment en ce qui concerne les assurances sur la vie, un grand nombre de sujets étant améliorés au point de pouvoir reprendre leur vie normale et leurs occupations.

Quant aux risques pour la collectivité de la présence d'un malade atteint de paludisme, ils sont nuls, la technique d'inoculation ne créant pas en l'espèce de réservoir de virus dangereux.

Dr DIDIÉE.

Electrolytic conduction, par F.-H. NEWMAN. In-8° de 442 pages. Chapman et Hall, éditeurs, Londres 1930. Prix : 25 sh.

M. Newman nous donne une monographie très substantielle des divers phénomènes liés à la conductibilité des électrolytes. Le sujet est extrêmement vaste. Si l'on pouvait penser jusqu'à ces quelques dernières années que l'hypothèse fondamentale de la dissociation formulée, en 1887, par Arrhénius, constituait le cadre dans lequel devait se ranger toute théorie de la conductibilité des électrolytes, il semble, d'après les travaux récents, que la conception d'Arrhénius doive être considérablement élargie et même, sur plusieurs points, entièrement renouvelée, notamment par les recherches théoriques de Debye et Hückel, de Ghosh, de Milner, etc.

On trouvera dans le livre de M. Newman l'étude des phénomènes essentiels liés aux propriétés des électrolytes : migration des ions, équilibre inonique, pile, électrocapillarité, polarisation, résistance des électrolytes. Un chapitre important est consacré aux théories des électrolytes dans lequel l'auteur, après avoir montré les lacunes des théories anciennes d'Arrhénius et d'Ostwald en ce qui concerne les électrolytes forts, donne le principe des hypothèses récemment formulées. Un dernier chapitre est consacré aux applications techniques de l'électrolyse.

A. Bc.

Les Mouvements mécaniques, par Marcel NICAISE, Professeur à l'Ecole des Mines de Mons, Directeur de la Compagnie Continentale pour la fabrication des compteurs. In-8° de 685 pages avec 1030 figures. Ch. Béranger, éditeur. Paris, Liège. — Prix :

L'ouvrage porte en sous-titre « *Etude descriptive et raisonnée des Mécanismes* », ce qui est parfaitement exact.

Comme le nombre des mécanismes est trop grand pour qu'on puisse les analyser tous, l'auteur les a classés d'après les principes qui régissent leur fonctionnement. Après avoir défini les mécanismes fondamentaux, il indique l'enchaînement logique permettant de passer facilement du simple au complexe. Cette méthode analytique donne des idées générales utiles dans la réalisation d'une machine destinée à un objet déterminé et constituant une *invention*.

Les éléments fondamentaux des mécanismes étant étudiés, nous trouvons successivement : les obturateurs, les chaînes, les guides, manivelles, tiroirs, coulisses, etc...; l'étude des vitesses, des accélérations, des tracés, des aires, des volumes; les cames, excentriques, arrêtages, sautoirs, percuteurs, déclics, échappements, encliquetages, etc., etc. Les engrenages divers et leurs combinaisons forment deux importants chapitres. Les organes flexibles, torsibles, compressibles, extensibles; les organes élastiques ou ressorts et les capsulines sont également très bien étudiés.

Il s'agit d'un ouvrage particulièrement destiné aux élèves-ingénieurs mécaniciens, mais tous ceux qui s'intéressent aux applications scientifiques ont à étudier des appareils et des mécanismes et pourront trouver dans le livre très complet et très clair de M. Nicaise de précieuses notions.

ED. M.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 15 — 69e ANNÉE — 8 AOUT 1931

LES PROGRÈS DU MOTEUR A COMBUSTION INTERNE ET DE SES APPLICATIONS

par **Edmond MARCOTTE**
Ingénieur-Conseil

RENDEMENT.

Depuis que l'anglais Stuard Akroyd en 1890 et surtout Diesel en 1892 ont fait breveter les premiers moteurs à allumage automatique, les progrès ont été considérables.

On ne tarda pas à constater d'abord qu'une certaine pression était indispensable à l'allumage, ensuite que cette pression était favorable au rendement. Les hautes compressions employées par Diesel ont assuré à sa machine le succès considérable que nous connaissons.

Dans les écoles d'ingénieurs, on considère, successivement, divers rendements : thermique, du cycle, du diagramme indiqué, mécanique, etc... Ces notions théoriques sont utiles à ceux qui se proposent d'étudier et de perfectionner les moteurs thermiques, mais l'usager ne se soucie guère que de la composante de ces différents rendements élémentaires en un chiffre global le rendement économique ou consommation d'huile lourde pour la puissance qu'il désire, d'après quoi il peut estimer le coût d'exploitation.

Pour la comparaison, il est plus simple d'ailleurs de faire le rapport entre le travail réellement disponible sur l'arbre moteur, travail qu'on exprime en calories équivalentes, et le nombre de calories existant en potentiel dans le combustible introduit.

Aucune machine thermique n'est capable de transformer en travail tout le pouvoir calorifique du combustible, mais le moteur à combustion interne est de beaucoup la machine la plus parfaite à ce point de vue.

On trouve, en effet, couramment sur le marché d'excellents moteurs qui ne consomment pas plus de 180 à 210 grammes d'huile lourde à 10.000 calories par cheval-heure effectif.

La quantité de chaleur mise en jeu par cheval-heure est ainsi de 1800 à 2100 grandes calories.

On sait que l'équivalent mécanique d'un cheval-heure est :

$$\frac{75 \times 3600}{425} = 635 \text{ calories}$$

Par conséquent, le rendement économique effectif du moteur à combustion interne est :

$$\frac{635}{1800 \text{ à } 2100} = 0{,}35 \text{ à } 0{,}30$$

tandis que le rendement des moteurs semi-Diesel par exemple est de 0,18 à 21, à peu près comme celui des moteurs à gaz ; le rendement de la machine à vapeur étant encore plus bas 0,10 à 0,14, c'est-à-dire inférieur à la moitié du rendement des moteurs à combustion interne.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Nous comprenons, sous cette dernière désignation, les machines dans lesquelles l'air est préalablement comprimé seul ; le combustible introduit s'enflamme automatiquement sous l'effet de la température dégagée par cette compression préalable, laquelle peut être poussée assez loin sans aucun inconvénient puisqu'elle n'agit que sur de l'air pur. L'évolution complète, ou l'ensemble des opérations comprises entre deux introductions successives de fluides s'appelle un cycle. Pratiquement, on emploie, plutôt le cycle à deux temps. Les pressions ne s'exercent généralement que sur l'un des côtés du piston, c'est-à-dire que la plupart des moteurs sont à simple effet.

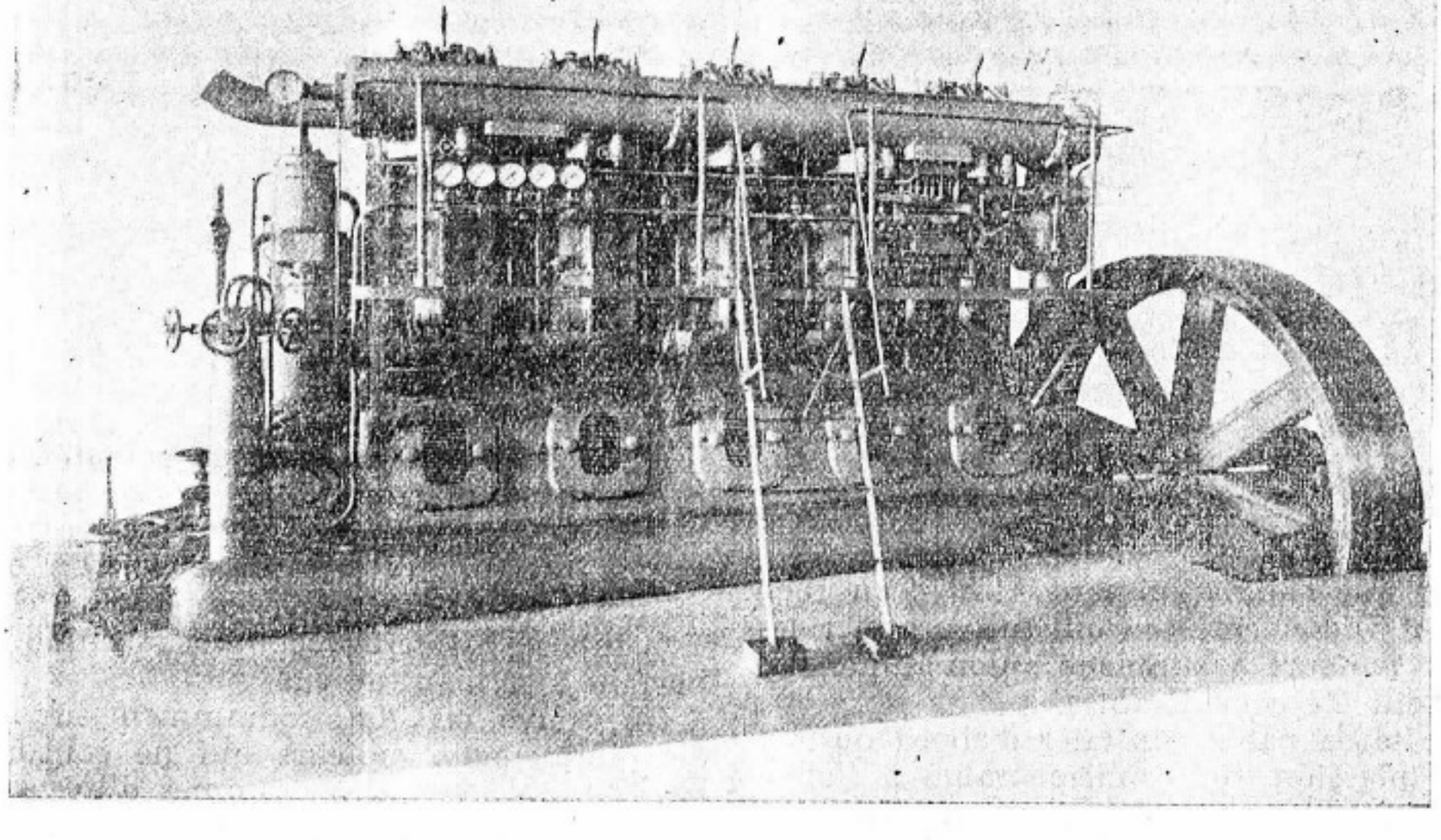


Fig. 1. Moteur à quatre temps Tosi-Dujardin.

Moteur a quatre temps.

Le cycle Diesel à quatre temps comprend une course motrice tous les deux tours. Il est réalisé dans un cylindre dont le plateau supérieur, appelé culasse ou tête de cylindre, comporte, en principe une soupape d'aspiration d'air, une soupape d'échappement, un injecteur de combustible.

Ces organes sont commandés par des cames montées sur un arbre spécial qui reçoit son mouvement de l'arbre moteur. Cet arbre porte le nom d'arbre à cames.

Les quatre temps se décomposent de la façon suivante :

Première course : Aspiration d'air atmosphérique ;

Deuxième course : Compression de l'air ainsi aspiré (et des gaz inertes restant de la quatrième course) jusqu'à une pression de 35 hectopièzes ou kg/cm².

Troisième course : C'est la seule course motrice comprenant elle-mème : injection et combustion progressives du combustible, parachèvement de la combustion et détente, légère avance à l'échappement.

Quatrième course : Refoulement et évacuation des gaz brûlés.

Moteur a deux temps.

Ce moteur a une course motrice par tour. En outre, des organes de distribution déjà énoncés, il existe dans ce cas, des soupapes de balayage et des lumières d'échappement.

L'air est introduit dans le cylindre par une ou quelquefois plusieurs soupapes ou tiroirs, dits de balayage.

Après la détente des gaz de la combustion, ces gaz sont chassés à travers les lumières pratiquées sur la périphérie du cylindre moteur, dans la conduite d'échappement. La pression d'air de balayage varie de 0,250 à 0,550 kg/cm².

Ces lumières sont découvertes à la descente du piston moteur et recouvertes lors de sa mon-

tée. Le piston joue ainsi le rôle d'un tiroir obturateur des orifices.

Des perfectionnements du mode de balayage ont été apportés par diverses maisons, notamment par la maison Sulzer ; ils consistent à réaliser un balayage en deux parties.

Comparaison entre le cycle Diesel et le cycle a explosion.

Il n'existe qu'une seule différence, mais elle est importante entre le cycle Diesel et le cycle à explosion.

Dans le cycle Diesel, la combustion du combustible injecté dans l'air comprimé seul est

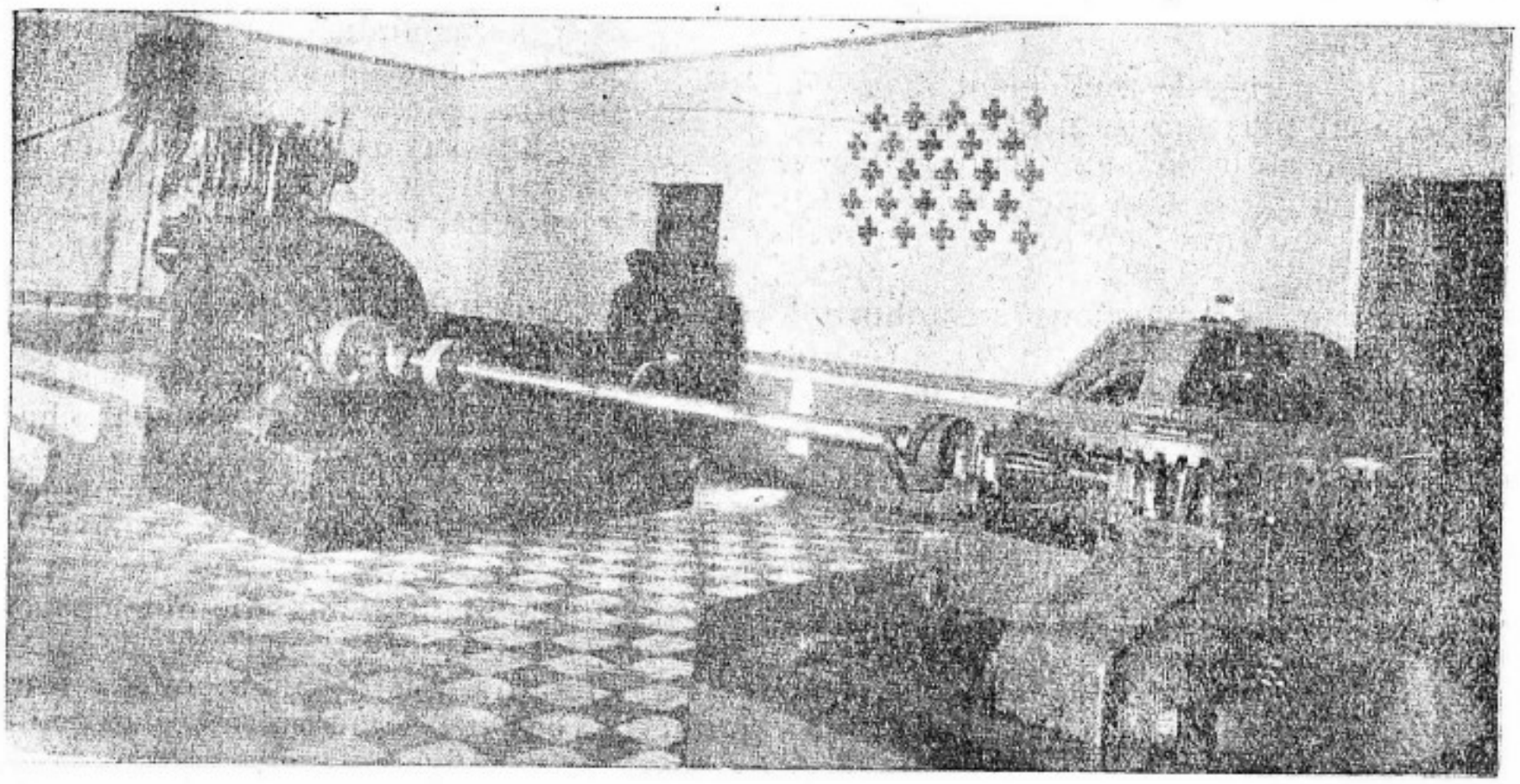


Fig. 2. — Moteur Diesel M. A. M. de 50 CV alimentant une pompe d'un débit de 2.000 litres/sec dans la région de Gorrien (Indochine) pour l'assèchement et l'irrigation de rizières.

progressive. Dans le cycle à explosion, la combustion du mélange d'air carburé, commandée par l'étincelle électrique est presque instantanée.

Ainsi, théoriquement, le temps de la combustion est représenté, sur le diagramme Diesel : par une horizontale parallèle à l'axe qui représente les volumes ; sur le diagramme Beau de Rochas à explosion, par une verticale parallèle à l'axe des pressions.

En réalité, l'explosion ne peut être instantanée, c'est-à-dire, se faire sous volume rigoureusement constant, tandis que la combustion progressive du Diesel se rapproche réellement de la représentation graphique traduisant la constance de la pression pendant ce phénomène.

Les nouveaux moteurs, dits à injection mécanique, participent d'ailleurs un peu du cycle à explosion, dont ils ont ainsi les avantages sans avoir les inconvénients.

Dans le moteur à explosion, le rendement thermique restera toujours plus bas que dans le moteur Diesel parce que celui-ci ne comprime que de l'air et fonctionne par auto-allumage, phénomène qu'il faut, au contraire, éviter dans le moteur à explosion, fonctionnant ainsi avec une compression beaucoup plus faible.

En outre, l'explosion, même modérée par des antidétonants, tend toujours à produire des effets brisants qui peuvent devenir dangereux, notamment si le piston moteur a de grandes dimensions, si l'inertie de pièces mobiles atteint une grande valeur et si le travail résistant est très grand. Le diagramme accuse alors des brusques changements de pression et des à-coups dans les changements de phase.

Si l'on veut construire de grands cylindres capables de résister aux efforts d'explosion, on est conduit à augmenter : l'épaisseur des parois des cylindres et des culasses, les sections de bielles et manivelles et de l'arbre moteur lui-même. Mais alors, les efforts d'inertie qui sont fonction des masses (pistons, bielles et manivelles) animées du mouvement alternatif et de leur vitesse, s'accroissent à leur tour.

Cet accroissement ne tarde pas à devenir excessif et l'on conçoit qu'il y ait ainsi une limite assez faible de puissance que l'on ne peut dépasser dans un cylindre : pratiquement 600 Ch. par cylindre dans un moteur à gaz.

Principaux avantages du moteur Diesel a huile lourde sur le moteur a essence.

Régularité des pressions. — La comparaison entre les diagrammes des deux types de moteur montre que celui du Diesel se rapproche du

diagramme de la machine à vapeur, c'est-à-dire présente une moins grande variation de pressions que le diagramme du moteur à explosion.

Souplesse. — Bien construit et bien conduit, un Diesel peut atteindre la souplesse des machines à vapeur et c'est peut-être la qualité la plus intéressante pour l'exploitation des puissances élevées, notamment, en ce qui concerne la propulsion des navires où il est indispensable de rester maître de l'allure et même de renverser la marche.

Rendement. — Nous avons déjà vu le rendement économique incomparable du Diesel, nous ne dirons qu'un mot pour donner le motif de cette supériorité assurée par le bon *rendement thermique théorique*, prenant sa source lui-même dans l'accroissement de température dû à la compression.

En outre, les pertes de rendement dûes à la combustion sont plus faibles que dans les moteurs à explosion où le mélange combustible est moins homogène et où tout excès d'air abaisse la température ainsi que la vitesse de propagation de la flamme.

Dans le moteur à combustion, le combustible introduit graduellement dans un milieu à très haute température brûle complètement.

Economie et sécuirté. — Le moteur à combustion peut brûler des combustibles les plus divers dont le prix sera toujours moins élevé que celui de l'essence. Ces combustibles lourds sont infiniment moins dangereux. L'emploi des huiles végétales permet le développement du moteur à combustion dans plusieurs de nos colonies riches en graines oléagineuses.

Simplicité. — La suppression de l'insufflation par air comprimé a fait du nouveau moteur à combustion un engin très simple, plus simple en tout cas que le moteur à essence avec son carburateur et son allumage si délicats.

Progrès réalisés depuis 15 ans dans la construction du moteur Diesel.

Pendant longtemps, dans les moteurs Diesel, le combustible ne pouvait être injecté dans le piston où régnait une pression de 30-35 et même 40 kg./cm² qu'à l'aide d'air comprimé à plus haute pression 67-70 et même 80 kg./cm².

Ainsi, le compresseur d'insufflation à plusieurs étages devenait une machine presque aussi importante et assurément plus délicate que la machine principale.

En outre, des pannes de l'aiguille d'obturation pouvaient causer des injections prématurées, celles-ci, dans cet air très chaud comprimé à 35° donnaient de véritables explosions dépassant parfois 80 kg./cm² et pouvant produire des catastrophes.

Sans doute, les perfectionnements incessants de la pratique industrielle avaient abouti à des moteurs qui ne laissaient guère à désirer et qui ont conquis un domaine important dans la marine et dans l'industrie à côté des machines et turbines à vapeur les plus parfaites, mais il était désirable de pouvoir se passer de compresseur d'injection.

Une étude rationnelle des phénomènes d'injection et de combustion a montré qu'il était antiéconomique de vouloir forcer l'injection dans l'air à haute pression et qu'il valait bien mieux par le tourbillonnement de cet air, assurer la diffusion homogène et complète du combustible qu'il suffisait dès lors d'amener sous forme de brouillard, cette dernière opération pouvant être faite par de simples appareils mécaniques.

Une autre solution a été trouvée dans le moteur à antichambre où l'inflammation est amorcée dans une capacité auxiliaire, mais la pratique illustre les avantages de l'*injection mécanique* qui a permis notamment, une augmentation de la vitesse et une diminution consécutive du poids par cheval.

Diminution du poids par cheval.

Les anciens moteurs à grande puissance pesaient au moins 100 à 180 kg. par cheval. On considérait (il y a de cela moins de 10 ans) comme une performance remarquable les 37 kg. au cheval des sous-marins *Circé* et *Calypso* et les 22 kg. au cheval des sous-marins *Clorinde* et *Cornélie*, dont le fonctionnement extrêmement délicat exigeait une surveillance et des soins attentifs. Ces derniers chiffres sont précisément ceux que l'on réalise aujourd'hui (de 30 à 20 kg. par cheval) pour les moteurs stationnaires.

En ce qui concerne les petits moteurs, par exemple, ceux d'automobiles, on est arrivé à 10 kg. par cheval.

Enfin, on a même atteint pour des moteurs à *gas oil* la légèreté qui permet leur utilisation sur aéronefs, c'est-à-dire moins de 2 kg. par cheval.

Applications des moteurs a huile lourde.

Les moteurs à huile lourde sont maintenant employés dans les cas les plus divers, soit à poste fixe, soit sur bateaux, sur automobiles, locotracteurs, automotrices, etc...

I. — *Moteurs stationnaires.*

Le moteur à huile lourde s'impose dans tous les cas où une puissance assez grande doit être mise en jeu rapidement à l'aide d'un personnel réduit.

a) *Force motrice.* — C'est ainsi qu'il est normal de prendre des moteurs à combustion pour

une centrale électrique, soit pour assurer la totalité de la puissance, s'il s'agit d'une petite centrale, soit pour assurer un appoint de puissance, sous forme de chevaux de renfort ou de secours qui tiennent peu de place et qui sont toujours prêts.

Le moteur à combustion est celui qui donne le kilowatt de secours au plus bas prix, il concourt ainsi à la réduction du prix de vente du kilowatt et favorise l'établissement des contrats entre les abonnés et les sociétés d'éclairage, puisque tout risque de panne se trouve éliminé par la possibilité de mettre très rapidement en marche le moteur qui remplacera le groupe dérouth (Syrie), utilise 2 moteurs Diesel-Sulzer à 2 temps de 2250 CV. chacun ;

La Centrale de Sokawee (Chine) utilise 7 moteurs de la même fabrication pouvant développer une puissance totale de 26.000 CV. environ ;

Les ateliers et usines coloniales ont aussi grand intérêt à prendre pour équiper leur centrale de force motrice, des moteurs à combustion, qu'il s'agisse de grandes ou de petites puissances, de fabriques importantes ou de scieries, de décortiqueries, etc...

a) Usines d'élévation d'eau, moto-pompes, etc.

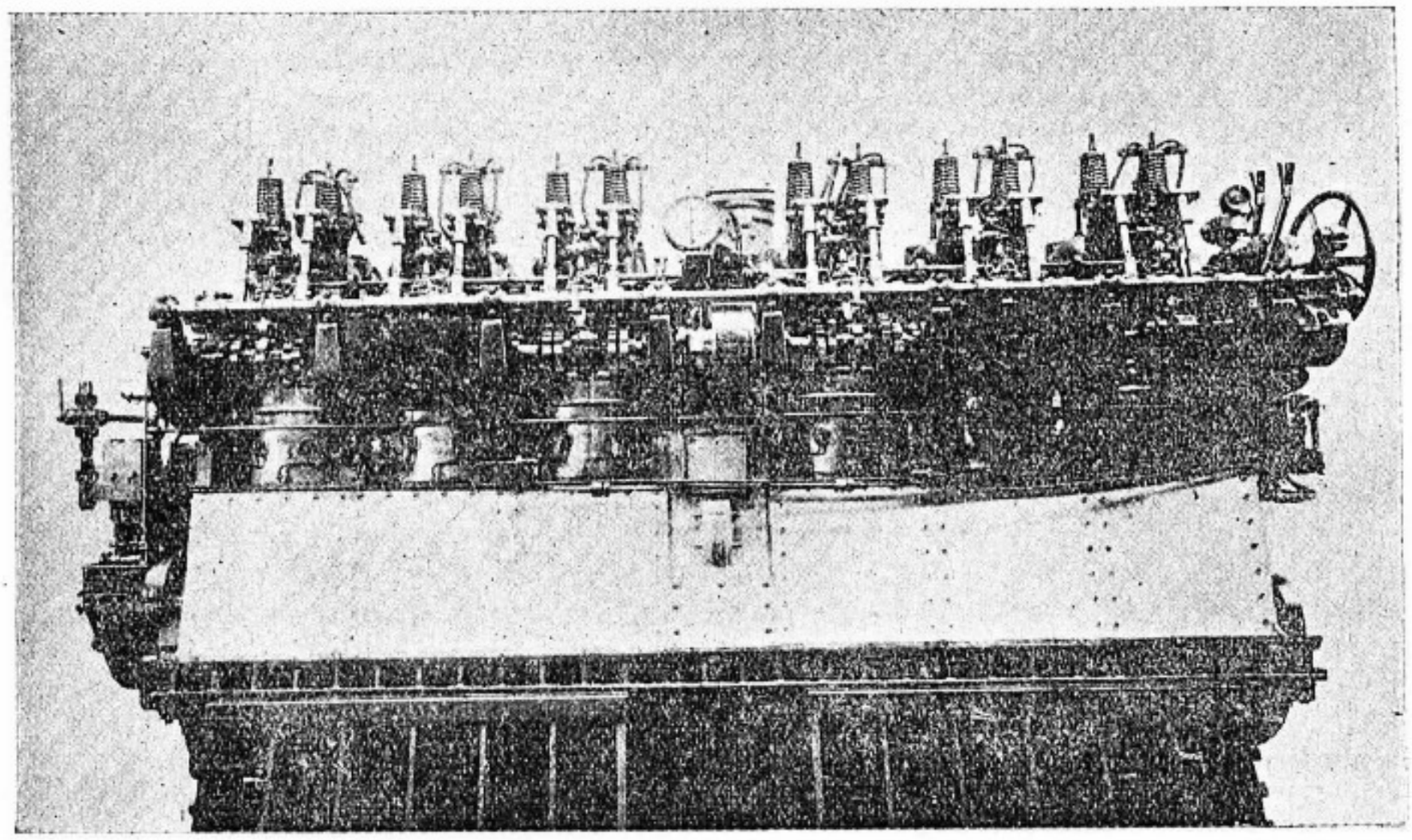


Fig. 3. — Moteur à huile lourde et à injection mécanique de A. Normand.

faillant. Il est donc *un bon soutien de moteur électrique.*

C'est assurément aux colonies que ce moteur est le plus précieux car l'huile lourde permet de transporter le plus grand pouvoir calorifique sous un faible volume. Il élimine les difficultés souvent très grandes qui résultent de l'alimentation lorsqu'on emploie des chaudières. Le moteur à combustion exige peu d'eau, grâce à son mode de refroidissement en circuit fermé.

Par exemple : la Société Electrique et Industrielle du Baol, à Diourbel (Sénégal) assure à l'aide de 2 moteurs Diesel de 120 CV. installés en 1923 et en 1926 et fournis par la Société Générale de Constructions Mécaniques, le service d'éclairage de la commune, la production de la glace pour toute la région et la préparation de l'huile d'arachide.

La Société des Tramways et Eclairage de Bey-

Le moteur à combustion est particulièrement indiqué pour l'élévation des eaux, soit pour les petits, soit pour les grands débits. Citons les 2 groupes élévateurs de la Société Générale de Constructions Mécaniques installés en 1927 pour l'alimentation en eau potable d'Oran. Ils comprennent chacun un moteur Diesel de 125 CV., actionnant par courroie une pompe centrifuge Rateau. Les bons résultats ont conduit à l'installation d'un troisième groupe de 325 CV. comprenant un moteur à combustion très moderne à injection mécanique de combustible et graissage sous pression. Le combustible est un *fuel oil* léger c'est-à-dire une huile plus lourde que le *gas oil*.

Mentionnons aussi les groupes qui servent à l'assèchement et à l'irrigation de rizières en Indo-Chine comme celui de la Société Indochinoise d'Agriculture à Socrien, le long de la route

Mandarine, qui a permis d'obtenir deux récoltes de riz par an.

c) Groupes électrogènes. — En cette matière, nous sommes particulièrement embarrassés dans le choix des exemples, car les bonnes installations sont nombreuses (production de la lumière, de la T.S.F., etc...).

La Société Tosi-Dujardin a installé un groupe électrogène de 1400 CV à Bugame et 2 groupes électrogènes de 400 CV. aux Exploitations de Phosphates de Tebreka et bien d'autres installations de ce genre.

La Compagnie Lilloise des Moteurs a installé aussi des groupes assez nombreux en Afrique du Nord et en Afrique Occidentale, particulièrement le groupe électrogène de 20 kw. du service des P.T.T. à Douala (Cameroun) complété par un groupe auxiliaire de 5 kw.

Le moteur à combustion se prête ainsi aux colonies aux applications les plus variées, en dépit des difficultés du recrutement de mécaniciens ; il est également en Europe un bon moteur de centrales d'énergie, de force motrice, d'usines élévatoires, etc... On doit souhaiter la formation de bons conducteurs de moteurs comme elle se fait depuis un certain temps à l'Ecole des Mécaniciens asiatiques de Saïgon, établissement où un moteur de 50 CV. à injection mécanique et graissage forcé a été fourni par la Société Générale de Constructions Mécaniques.

Equipement des bateaux et des péniches.

Des études publiées sur cette question dans la *Revue des Combustibles Liquides* (1), nous permettent d'abréger l'exposé de cette importante question qui a fait de grands progrès techniques

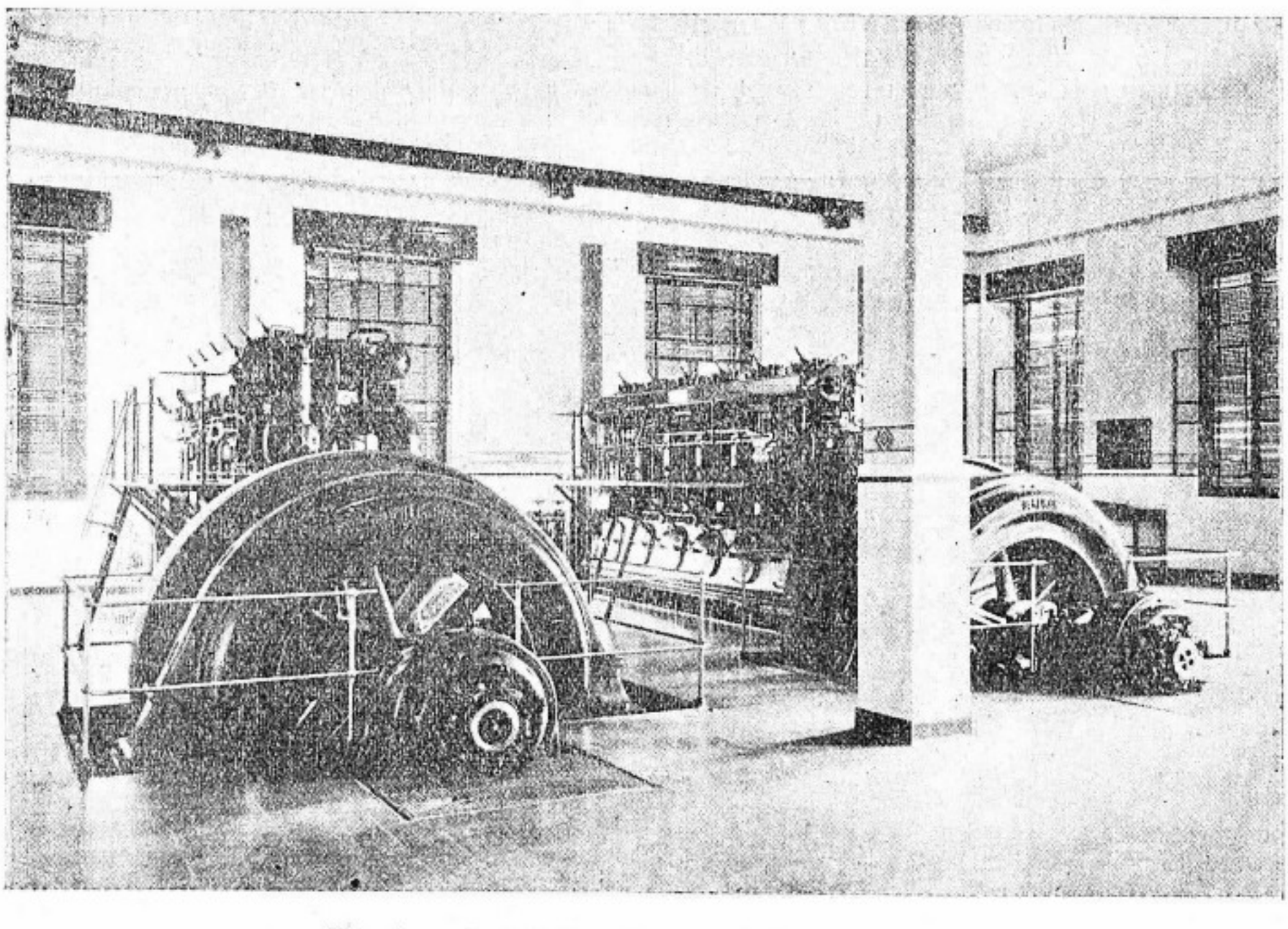


Fig. 4. — Installation d'une centrale à moteurs.

grâce auxquels les applications deviennent de plus en plus importantes et nombreuses.

C'est dans les sous-marins, c'est-à-dire dans les conditions les plus dures que le moteur Diesel a d'abord trouvé place et affirmé ces bonnes qualités. La Maison Augustin Normand, la Maison Sulzer se sont particulièrement distinguées dans ce genre. Mais les moteurs les plus puissants n'ont pas tardé à prendre place sur les bateaux marchands.

Les qualités à rechercher dans un moteur marin sont la simplicité, la robustesse et la facilité de manœuvre. Le moteur à combustion directement reversible est recommandable, il se construit en 4, 6, 8 ou 10 cylindres à 2 temps pour des vitesses de 75 à 400 tours/minute ; les plus rapides sont à injection mécanique. Le renver-

(1) De 1920 à 1931. Voir aussi Les Moteurs à combustion (Collection A. Colin).

sement de marche peut se faire aussi à l'aide d'engrenages, surtout pour le bateau de pêche, les chalands automoteurs et les remorqueurs.

Signalons enfin, les moteurs auxiliaires de bord.

Les avantages des navires à moteurs sur les navires à vapeur ont été maintes et maintes fois exposés : le gain de plus de 10 o/o de la capacité, l'augmentation du rayon d'action, l'économie de personnel, le relèvement de la vitesse moyenne, les facilités de manœuvre, sont les principaux, mais les moteurs à combustion ont encore bien d'autres avantages comme la rapidité de réapprovisionnement qui peut diminuer le temps des escales, le lancement instantané des moteurs, etc...

L'équipement des péniches ou bateaux de rivière particulièrement désirable aux colonies est facilité si l'on prend des moteurs à combustion relativement légers. Il faut avoir voyagé, par exemple, sur le Congo à bord des bateaux à vapeur chauffés au bois pour se rendre compte de l'énorme progrès rendu possible par les moteurs à combustion.

Le moteur à combustion est le moteur type de toutes les embarcations de moyenne puissance ; il offre sur le semi-Diesel un avantage marqué, notamment, au point de vue de l'économie et du confort, il élimine les dangers d'explosion de l'essence.

Equipement des véhicules.

Les avantages du moteur à combustion sont encore plus grands peut être dans la locomotion terrestre et il est désidable de voir se répandre aux colonies, notamment en ce qui concerne les locomoteurs sur rails, les automotrices et les tracteur agricoles.

Traction sur voies ferrées.

Le moteur à combustion, en raison de ses propriétés, de sa légèreté, de sa consommation modérée surtout en eau, de la facilité de démarrage et de conduite, convient admirablement au chemins de fer coloniaux. Le seul problème difficile dans la locomotion sur rails à l'aide de moteurs à combustion était la *transmission* de la puissance aux roues.

Quand il s'agit de locotracteurs, la transmission par engrenages donne de bons résultats. Ces commandes mécaniques ont même été appliquées avec succès à des locomotives.

Quoique la transmission électrique fasse intervenir un intermédiaire, coûte cher et abaisse un peu le rendement, elle procure une telle souplesse que beaucoup d'ingénieurs la préconisent.

Il semble bien que la transmission hydraulique à l'aide de deux pompes à huile ne soit pas encore tout à fait au point, notamment en ce qui concerne la solidité des pièces et les pertes de puissance.

Pour les grandes énergies, le moteur mixte vapeur-huile lourde est bien séduisant ; les suppléments d'énergie nécessaires dans les rampes et au démarrage étant fournis par un simple appoint de vapeur.

On pourrait encore s'adresser comme force motrice de renfort à l'air comprimé. Une firme allemande est allée plus loin en passant par l'air comprimé pour toute la puissance. Nous ne croyons pas que cette solution soit meilleure que celle de la transmission électrique, mais il convient de se garder des idées préconçues, étant donné surtout que deux importantes maisons allemandes vont bientôt tenter l'expérience.

D'ores et déjà, on peut dire cependant que le nouveau moteur à combustion à injection mécanique est bien préférable aux anciens moteurs Diesel, surtout en cette question de la locomotion qui se trouve sous le signe de la vitesse, les transmissions en seront allégées.

Mais comme l'ancien, le nouveau moteur n'admet guère une surcharge supérieure à 10-15 o/o, tandis que le service de traction est beaucoup plus exigeant, il faut donc une transmission convenable, mécanique, électrique ou pneumatique. Pour les faibles puissances, la transmission mécanique suffit.

Pour les fortes locomotives remorquant des trains chargés, il se pose, en outre, une question d'adhérence obligeant à un certain poids sur les essieux moteurs, mais cette sujétion disparaît dans le service des lignes secondaires comme le sont presque toutes les lignes coloniales, à l'origise du moins. Il est donc possible pendant cette période d'assurer le service par des locomotives avec moteurs à combustion aussi allégés que possible et dont l'exploitation est fort économique.

Notamment les moteurs de ce genre sont tout à fait indiqués pour les *automotrices* diverses.

Traction sur route.

Les mêmes avantages du moteur Diesel rapide se retrouvent sur route pour les automobiles, autocars, camions, etc...

La Grande-Bretagne paraît ici à la tête des nations qui utilisent les moteurs à combustion.

Parmi les moteurs en service, nous signalons, d'après le Major W. H. Goddard : une voiture Mercédès-Benz à 6 cylindres de 80 CV. à 1300t/m., les moteurs Lister 4 cylindres, à injection mécanique, Dorman Blackstone, Oil Motors, Rapide A.E.C., Aveling et Porter, Gardner, tous à 4 temps.

Nous serions bien embarrassés de donner notre avis sur ces différents engins que nous n'avons pu expérimenter, mais ils présentent

pour la locomotion automobile les avantages généraux de simplicité du moteur à combustion notamment l'absence de carburateur, de magnéto et d'allumage électrique. En outre, leur durée doit être plus longue, puisque leur vitesse de régime est moindre, qu'ils travaillent à un régime moins chaud, qu'ils ont des réactions moins brutales que le moteur à explosion. La vitesse de 1300 t/m. semble la meilleure bien qu'on ait été parfois jusqu'à 1700 t/m. pour des autobus.

En Allemagne, le moteur Junkers à 2 temps à pistons opposés de 45 CV. ne consommerait que 14,3 litres aux 100 km. sur un camion dont la charge brute est 7.500 kg.

La France ne reste pas en arrière avec les fabrications Peugeot-Lilloise.

Une observation de M. T. R. Cave-Brown, spécialiste du ballon dirigeable, mérite d'être notée. Il n'y a pas intérêt à refroidir autant la tête du moteur à combustion car l'auto allumage justement redouté dans le moteur à essence est le principe même du moteur à combustion et la seule gêne qu'on puisse éprouver, c'est la diminution excessive de la viscosité de l'huile de graissage. Mais il semble qu'on puisse bientôt dépasser la vitesse de 1500 t/m. Ricardo ayant expérimenté même des régimes de 2000 t/m.

On voit que le moteur à combustion s'achemine vers des vitesses de l'ordre du moteur à essence. Il convient, cependant, de se contenter de l'ordre de 1300 t/m. dans l'état actuel des fabrications.

Il est bien évident, d'autre part, que le moteur à combustion est tout indiqué pour les véhicules lents comme les rouleaux compresseurs.

Tracteurs agricoles.

Pour la même raison, les tracteurs agricoles sont très recommandables.

La Maison Renault, par exemple, offre une gamme extrêmement pratique de tracteurs à roues ou à chenilles.

Nous avons vu que le rendement économique du moteur à combustion était le plus haut rendement que l'on puisse obtenir actuellement de n'importe quelle machine. En agriculture, on ne peut, cependant, se contenter de cette notion de rendement économique qui se traduit finalement par le prix du cheval-heure, on ne tiendrait pas compte du prix par heure d'emploi, de l'amortissement qu'il faut envisager. Si on le fait, on s'aperçoit que la supériorité du Diesel sur le moteur à essence se manifeste à partir de 100 heures d'utilisation annuel pour croître rapidement, le prix de revient du cheval-heure essence étant le double du prix du cheval-heure huile lourde à partir de 2.000 à 3.000 heures d'utilisation par an. Or, il ne faut pas oublier que la culture d'un hectare de betteraves nécessite 65 millions de kilogrammètres, soit 240 CV. H., on peut donc être assuré d'un bon coefficient d'utilisation des moteurs pour les façons culturales.

La concurrence de l'électricité s'exercera difficilement à moins de circonstances spéciales, car le taux de l'énergie à *la centrale* ne descend pas beaucoup au-dessous du taux de l'énergie des moteurs à combustion à pied d'œuvre et il faut compter sur les pertes en lignes et sur les dépenses considérables d'établissements d'entretien et d'amortisement.

Les tracteurs agricoles se sont donc développés d'une manière remarquable. Si nous prenons pour exemple la Tunisie, on voit leur nombre décupler de 225 en 1929 à plus de 2.000 en 1928. La progression est encore plus sensible dans les pays de grandes exploitations agricoles comme l'Allemagne. Or, il existe en Algérie et dans nos autres colonies un grand nombre d'exploitations de plus de 100 hectares où la motoculture devient indispensable.

Il convient d'ailleurs d'aider les agriculteurs en encourageant des coopératives d'achat, de réparation et d'entretien du matériel, principalement sous la forme de Sociétés d'intérêt Collectif agricole (loi 5 août 1920) auxquelles la Caisse Nationale de Crédit Agricole peut consentir des avances.

Les mêmes observations s'appliquent aux Coopératives de battages, opération qui est également du domaine du moteur à combustion.

L'approvisionnement de combustible à leur prix est un autre problème à examiner.

Combustibles utilisés.

Il ne semble pas que le problème du combustible soit particulièrement difficile même dans les colonies les plus éloignées des gisements pétrolifères.

Le moteur à combustion interne s'accomode en effet, moyennant de très simples réglages, de toute une gamme étendue de combustibles : dérivés du pétrole, de la houille, des lignites, des schistes, de toutes les carbonisations, des huiles végétales et animales même.

Il est toujours possible de s'approvisionner de l'une quelconque de ces substances : la carbonisation à basse température donnera dans certains cas une solution intéressante, nous en avons des preuves dans les études que nous avons effectuées pour des charbonnages du Tonkin.

En outre, le transport et l'approvisionnement de l'huile lourde sont beaucoup plus facile, car ce combustible liquide ne présente, ni les bas points d'inflammabilité de l'essence, ni les mêmes dangers d'explosion. Il est inutile de développer ce point qui résulte des caractéristiques des combustibles liquides.

Conclusion.

Le moteur Diesel par des perfectionnements successifs est arrivé à fonctionner d'une manière irréprochable tout en augmentant sensiblement sa vitesse. Il permet de réaliser, sous le plus faible encombrement possible, des groupes puissants qui sont particulièrement précieux sur les bateaux de n'importe quel tonnage, dans les centrales et les usines, notamment comme moteurs de secours. Des unités plus petites sont propres à tous les usages industriels et agricoles. Le moteur à combustion intérieure à injection mécanique est en train de conquérir la locomotion terrestre et de s'aventurer avec des chances de succès dans notre ciel à bord des avions et des dirigeables.

Excellent dans la métropole, le moteur à huile lourde est plus précieux encore aux colonies, car cette huile difficilement inflammable permet de transporter un grand pouvoir calorifique sous un faible volume et sous des natures très variées et si les huiles coloniales extraites *in situ* sont trop chères pour être brûlées normalement, elles constitueraient en cas de difficultés internationales une réserve de secours.

Le moteur à combustion fonctionne aux confins des déserts, des pêcheurs à demi-sauvages l'utilisent dans le Sud Tunisien et cet exemple illustre sa perfection au point de vue simplicité et sûreté de marche. Il existe des moteurs de ce genre à Kotonou, à Porto-Novo et même loin des ports comme à Nyamey, mais, c'est en Indo-Chine où il existe d'ailleurs des écoles pratiques pour les mécaniciens, que le moteur à huile lourde s'est répandu davantage, soit dans les services publics, soit à terre, soit sur les rivières.

On trouve des moteurs Diesel en assez grand nombre dans les îles de l'Océanie.

L'Allemagne, l'Angleterre, les Etats-Unis, etc..., ont une politique du moteur à combustion, il est indispensable que notre pays puisse également favoriser avec méthode le développement du moteur à combustion et de ses applications, le Syndicat d'Application Industrielles des Combustibles Liquides s'y emploie et nous devons le féliciter.

Nous devons féliciter chaleureusement aussi les constructeurs français, ceux qui ont construit suivant leurs propres études et ceux qui ont acheté à grands frais des licences qu'ils ont su améliorer et perfectionner. Ils ont créé d'excellents outils pour la prospérité de nos colonies.

UNE FORCE ATTRACTIVE NOUVELLE

par Gustave LE BON

L'étude moderne du monde le révèle enveloppé de forces ignorées. Elles sortent lentement des ténèbres de l'inconnu.

L'histoire de quelques-unes de ces plus importantes forces : électricité et vapeur, notamment, ignorées pendant de longs siècles, montre qu'elles dérivent de phénomènes très simples dont des esprits suffisamment pénétrants auraient depuis longtemps perçu les conséquences. La découverte de l'électricité et celle de la structure de la matière étaient contenues dans ce phénomène connu depuis la plus haute antiquité qu'un bâton de résine frotté attire les corps légers. Dans le soulèvement par la vapeur du couvercle d'une marmite remplie d'eau posée sur le feu, un cerveau supérieur aurait vu, bien des siècles avant l'âge actuel, la machine à vapeur et les chemins de fer.

L'esprit humain ne possède pas, malheureusement, la faculté de voir rapidement l'engrenage des phénomènes. Sans doute, certaines grandes inventions : la pile électrique, l'aviation, etc., sont sorties d'un seul cerveau ; mais le plus souvent il faut une succession de chercheurs pour compléter les découvertes.

Les grandes inventions ayant souvent pour point de départ la constatation de phénomènes très simples, il ne faut négliger l'observation d'aucun d'eux, si minuscule qu'il puisse sembler. Je me permettrai de rappeler ici que c'est par des phénomènes élémentaires minutieusement constatés que je fus amené à découvrir, il y a une trentaine d'années, l'existence de l'énergie intra-atomique et à démontrer que la matière n'était que de la force condensée.

Cette assertion était absolument contraire à tout ce qui s'enseignait alors. A l'inauguration d'une statue de Lavoisier, le grand chimiste Berthelot assurait même que « la distinction entre la matière pondérable, et les agents impondérables constituait *une des plus grandes découvertes qui aient été faites* ».

Nous savons aujourd'hui combien cette assertion est inexacte. En réalité, toutes les forces : lumière, chaleur, électricité ont un poids comme la matière. Un rayon de soleil, un courant élec-

trique, une barre de plomb sont les aspects divers d'une même chose. La matière n'est qu'une condensation d'énergie.

*
* *

On a rarement dans sa vie, alors même qu'elle est fort longue, l'occasion de découvrir deux fois une force nouvelle. Il est possible que les phénomènes que je vais signaler maintenant puissent être facilement expliqués par des forces connues, mais il est possible aussi qu'ils mettent sur la voie de formes d'énergie encore ignorées et c'est pourquoi je vais les exposer ici. Leur examen scientifique n'a pu être poussé très loin, car mes yeux ne permettant plus d'observation précise, j'ai donné tous mes instruments de laboratoire à l'Université de Dijon.

L'origine des phénomènes dont je recherche l'interprétation est très simple.

Pour des raisons diverses, j'ai pris depuis quelques années l'habitude de dormir la nuit dans un simple fauteuil. Ayant parfois besoin de connaître exactement l'heure, je conserve toujours sur moi un gilet contenant une montre dont la chaine est fixée à une boutonnière. Or, presque tous les jours, je constate, au réveil, que cette chaîne est contractée plusieurs fois le long de son parcours de façon à former des sortes de nœuds très tenaces. Le nombre de ces nœuds est fort différent d'un jour à l'autre. et habituellement beaucoup plus grand la nuit que le jour. L'insomnie, les préoccupations et des influences diverses augmentent le nombre des nœuds observés (1).

Avant de rechercher les causes inconnues de ce phénomème, il faut tâcher naturellement de déterminer les causes connues ayant pu produire les enroulements observés.

Il semble bien, au premier abord, que le phénomène de l'enroulement spontané d'une chaîne métallique ne puisse être attribué à aucune force connue. Des raisonnements très simples montrent, en effet, que l'influence d'aucune d'elles : lumière, chaleur, électricité, etc., ne saurait être invoquée.

La lumière ne joue évidemment aucun rôle dans la production du phénomène, puisqu'il se manifeste le jour et la nuit.

L'électricité ne saurait être invoquée davantage, car si la chaîne s'enroulait sous l'influence d'une charge électrique, elle se déroulerait immédiatement par une mise à la terre.

L'influence de la pesanteur ne joue certainement aucun rôle puisque toutes les parties de la chaîne se trouvent dans un champ égal de gravitation.

Le rôle de la chaleur est également nul, puisque la chaîne exposée à une source artificielle de chaleur ne s'enroule pas.

L'action des forces physiques se trouvant ainsi éliminée, il ne reste à invoquer, que l'influence d'une force biologique inconnue émanée du sujet porteur de la chaîne.

Cette hypothèse semble bien justifiée par le fait que le nombre des contractions de la chaîne varie constamment suivant la santé et les préoccupations du sujet.

Les forces directrices qui président au fonctionnement de nos organes sont complètement inconnues. Nous savons seulement qu'elles interviennent sans cesse pour adapter l'organisme à des nécessités constamment variables comme si elles étaient douées d'une intelligence fort supérieure à la nôtre. Les forces qui dirigent les fonctions des moindres organes semblent même parfois aussi compliquées que celles déterminant la génération de nos pensées.

Nous ignorons quelles sont, parmi les forces diverses engendrées dans l'organisme, celles captées par les mouvements de la chaîne cités plus haut, mais comme on ne sait jamais où une recherche peut aboutir, il ne faut pas hésiter à pénétrer sur une route inconnue, alors même que cette route ne serait qu'un modeste sentier.

*
* *

Admettons pour un instant que nous nous trouvons bien en présence d'une force nouvelle. Comment préciser sa nature ? C'est ici que les difficultés commencent.

La force cherchée est bien d'origine organique puisqu'elle se manifeste uniquement quand la chaîne est au contact du corps.

Malheureusement, une des caractéristiques des forces organiques, est qu'elles sont aussi puissantes qu'inexpliquées. Il en existe pour toutes les fonctions : circulation, respiration, défense contre les agents extérieurs, etc..

Impossible de qualifier ces forces d'aveugles puisque les travaux qu'elles exécutent varient constamment suivant les nécessités du moment, notamment lorsqu'il s'agit de créer une réaction de défense appropriée aux besoins présents.

Ces forces possèdent ce caractère spécial d'exécuter des opérations physico-chimiques immensément au-dessus de celles que le savant

(1) Les mouvements de la chaîne sont faciles à constater. Dans certaines circonstances, on la voit même s'enrouler imperceptiblement sous les yeux d'un observateur. Cet enroulement ne peut être obtenu artificiellement qu'en prenant entre pouce et l'index de chaque main une petite portion de la chaîne et en lui imprimant un léger mouvement de rotation.

le plus éminent pourrait non réaliser, mais simplement comprendre. Aucun chimiste n'est assez savant pour dire, par exemple, comment les forces organiques fabriquent du lait avec le sang, comment le rein sait extraire de l'organisme les produits toxiques que l'usure des organes y introduit constamment, comment les cellules cérébrales utilisent les éléments fournis par les sens pour fabriquer des pensées, etc...

Les opérations diverses dont l'ensemble constitue la vie sembleraient indiquer qu'il existe dans l'organisme toute une série de centres directeurs transcendants, mais limités chacun à une fonction spéciale.

Inutile de s'aventurer davantage dans une région ténébreuse qu'aucune lueur n'illumine encore.

***

Pendant les cent mille ans de préhistoire et durant sept à huit mille ans de civilisations, quatre forces seulement : pesanteur, chaleur, lumière et mouvement sous des formes diverses étaient connues. Depuis moins d'un siècle, trois forces nouvelles : vapeur, électricité, énergie intra-atomique ont été ajoutées à cette liste et en surgissant du néant, elles ont transformé nos civilisations. On entrevoit aujourd'hui que l'univers est rempli de forces ignorées dont la découverte est appelée peut-être à changer la vie des peuples et surtout les idées philosophiques servant de base à toutes nos conceptions.

TUBERCULINIQUES ET TUBERCULEUX

par le Dr Léon VANNIER

(*Suite*) (1)

III. — L'étude clinique des tuberculiniques.

A. — Comment se « présente » le Tuberculinique.

Le Tuberculinique est aussi fréquemment rencontré en clientèle qu'à l'hôpital, et il ne faut pas s'imaginer que la classe aisée est à l'abri de toute contamination. L'évolution se fait plus lentement, car la résistance du terrain se trouve naturellement augmentée par les conditions hygiéniques meilleures qui peuvent être facilement observées : alimentation plus soignée, séjour à la campagne, repos observé.

Nombreux sont les aspects sous lesquels peut se présenter un tuberculinique ; prenons le cas le plus fréquent. C'est un enfant ou un adulte qui vous est amené par sa famille, il est souffrant depuis longtemps, et toujours en traitement. « On ne lui trouve jamais rien et il est toujours malade ». « Ce n'est pas qu'il fasse de graves maladies, il n'en a jamais fait, mais il est souvent arrêté. Il aurait besoin d'être tonifié, mais tout ce qu'on lui a fait jusqu'ici n' a donné aucun résultat. » Je passe sous silence les commentaires habituels des parents désolés qui ont pourtant « tout fait pour le guérir ».

L'enfant se tient mal, on lui fait suivre des cours de gymnastique ; malheureusement il n'a pas pu continuer car il était trop fatigué, et souvent il fait de la fièvre le soir du jour où il avait fait ses exercices. On a pensé que la croissance était sans doute défectueuse et on l'a bourré de glycérophosphate de chaux et de toutes les spécialités calciques, sans penser que, puisqu'il ne retenait pas les sels de chaux qui existent naturellement dans les aliments absorbés, il ne retiendrait pas plus ceux qui lui étaient donnés en surplus. Son état morbide influençant son travail, les notes étaient de plus en plus mauvaises, l'enfant se plaignant de maux de tête et de fatigue cérébrale, les parents se sont décidés à consulter.

Vous entendrez alors les litanies habituelles ; l'anémie a été incriminée : fer et arsenic ont été donnés sans résultat. L'examen du sang fait à une nouvelle consultation n'a rien révélé d'anormal ; des troubles endocriniens ont été soupçonnés : thyroïde, extraits hypophysaire, orchitique ou ovarien ont été donnés sans résultats. On a pensé à une tuberculose possible : l'examen radiographique soigneusement pratiqué a été négatif. Une hémoculture faite dans les moments fébriles est restée également négative.

On envoie le malade à la campagne, à la mer, ou à la montagne, à Arcachon ou à Chamonix ; il est relativement mieux au grand air, mais tout recommence dès qu'il rentre dans une ville ou

(1) Voir le n° du 25 juillet 1931.

qu'il reprend ses occupations habituelles. Un Maître consulté pense à l'avenir, à l'éclosion possible d'une tuberculose dont le sujet n'a aucun signe, et conseille le séjour définitif au grand air, la vie à la campagne, du repos, et, suivant les idées du jour, ou ses convictions personnelles, un régime carné ou végétarien absolu. « Surtout pas de fatigue, pas de travail, la vie végétative,avec le minimum d'efforts, c'est un sujet peu résistant qu'il faut ménager ». Incertitude dans le diagnostic et le traitement, insécurité pour l'avenir, la famille vous apporte tout cela et conclut : « Nous aimerions mieux qu'il fasse une bonne maladie et que ce soit fini ».

Bonnes gens qui ne pensent pas que leur souhait est sur le point de se réaliser : la tuberculose guette leur enfant et s'il ne présente encore pas de lésion, il est *imprégné de toxines tuberculiniques* qui ne peuvent s'éliminer que sous l'influence d'une toxine diluée de même nature, aidée dans son action par un drainage approprié. Sans doute à la faveur d'une maladie soudaine (crise d'élimination aiguë) le malade peut tenter d'expulser les toxines qui l'encombrent, mais, souvent aussi, il ne peut résister, et son organisme succombe dans la lutte qu'il entreprend pour se délivrer.

B.—Comment «observer» un Tuberculinique ?

Rappelez-vous les paroles des parents qui amènent leur enfant : « On ne lui trouve jamais rien et il est toujours malade ». On ne lui trouve jamais rien parce qu'on ne « voit » pas ce qu'il a, parce qu'on « l'examine » au lieu de « l'observer ».

Je ne joue pas sur les mots. L'examen d'un malade comporte la mise en action d'un certain nombre de moyens d'investigation clinique, habituellement enseignés aux étudiants, pour aboutir à la détermination d'une maladie. l'Observation comporte la mise en œuvre de toutes les facultés du médecin pour « *voir* » et « *interpréter* » un état morbide, état qui doit être caractérisé non seulement par la cause retrouvée, mais aussi par le sujet lui-même (1). Le diagnostic « état tuberculinique » ne suffit pas pour déterminer le traitement du malade, il « oriente » la thérapeutique, mais il ne détermine pas l'agent à employer ; seules les caractéristiques personnelles permettent de définir exactement, non seulement le remède qui est le mieux adapté à cet état, mais aussi la nature de la toxine nécessaire à son immunisation (2).

Le Tuberculinique présente des signes précis qu'il faut savoir observer, les uns sont des caractéristiques générales qui se retrouvent chez tous les tuberculiniques, les autres existent à un plus ou moins degré dans les différents appareils organiques du sujet.

1° Caractéristiques générales

Elles sont au nombre de quatre :

L'extrême variabilité des symptômes ;
La tendance aux rhumes ;
L'état cyanotique ;
La déminéralisation ;

1° *Extrême variabilité des symptômes.*

Tout est changeant chez le Tuberculinique, et rien n'est plus difficile d'obtenir du malade une notion précise de ses malaises ou de ses souffrances. Il se sent malade, c'est un fait, mais il ne vous apporte rien de précis. Tantôt il souffre de névralgies qui ne se localisent pas en un point, mais qui se déplacent avec une grande facilité. Tantôt il souffre de constipation et, s'il a quelquefois des besoins inefficaces, il pourra, aussi bien, rester sans désir d'expulsion pendant plusieurs jours. Tantôt il se plaint de diarrhée, et ses évacuations ne sont jamais semblables comme coloration, consistance ou odeur. Son humeur présente les mêmes variations, il peut passer de la tristesse la plus sombre à une gaîté bruyante ; sa sensibilité exagérée le rend impressionnable aux moindres émotions, aux plus petits soucis, et l'irritabilité de son caractère, son manque d'équilibre sont caractéristiques.

Tout est changeant chez les tuberculiniques, aussi bien les signes fonctionnels que les phénomènes nerveux, et tel malade que vous jugerez lymphatique et anémié, peut vous apparaître, peu de jours après votre premier examen, nerveux et surexcité.

Pendant une période, l'enfant sera calme, tranquille même, apathique et pleurnicheur ; à un autre moment, il vous apparaîtra agité, irritable, avec des accès de colère. Tel malade aura des épuisements impressionnants à l'occasion d'une petite promenade en ville, et il fera de véritables marches militaires à la campagne sans la moindre fatigue. Le cœur peut présenter à des moments différents un aspect variable, tantôt lent avec des bruits peu accentués, tantôt rapide avec des bruits bien frappés, tantôt avec un dédoublement du premier bruit, qui fait qui semble paradoxal, disparaît par un exercice musculaire régulier au plein air. « *Extrême variabilité des symptômes* » est la caractéristique essentielle du tuberculinique, c'est aussi celle de tuberculinum et vous comprenez immédiatement l'étroit rapport des indications cliniques et thérapeutiques.

2° *Tendance aux rhumes.*

Le Tuberculinique s'enrhume fréquemment et

(1) Léon Vannier. Traitement des tuberculiniques. L'*Homœopathie Française*, février 1925.

(2) Léon Vannier. L'observation du malade : l'*Homœopathie Française*, janvier 1924, page 25.

cela peut vous sembler évident étant donnée sa prédisposition, mais rappelez-vous que le malade peut être examiné avec la plus grande attention sans qu'on puisse découvrir à l'auscultation la moindre altération respiratoire, sans qu'on puisse aux Rayons X déceler la moindre modification du parenchyme pulmonaire. Il s'enrhume souvent, non pas qu'il fasse fréquemment des bronchites — non — il tousse pendant une période, mouche pendant une autre, et cela pendant tout l'hiver. « *Extrême sensibilité des muqueuses nasales et respiratoires* » est encore une caractéristique du tuberculinique qui ne sait à quoi attribuer cette tendance. Enfant il a toujours la goutte au nez et râcle constamment la gorge. Adulte, il a épuisé toute la série des pommades nasales et des pastilles contre la toux, et ne sait que faire pour se protéger contre les coryzas et les rhumes qui invariablement reviennent chaque hiver.

3° *Etat cyanotique.*

La circulation du sang est entravée chez le tuberculinique et plus particulièrement la circulation veineuse, qui est ralentie et se fait péniblement. Vous constaterez toujours chez le tuberculinique un « *état cyanotique* » plus ou moins marqué, non seulement des extrémités, mais des joues, quelquefois du nez. Il peut exister à un faible degré et n'être apparent qu'au bout des doigts, au niveau des ongles.

Le croissant blanc, qui, normalement, se trouve à la base de l'ongle a disparu et est remplacé par une surface plus ou moins étendue et violette ; l'ongle tout entier peut avoir la même coloration. Dans les cas particulièrement exagérés, les doigts et les orteils sont bleuis, les mains et les pieds sont violacés et la pression du doigt laisse une empreinte blanche qui disparaît lentement au fur et à mesure que la circulation reparaît. Ce même état cyanotique est très apparent au niveau des joues dont les pommettes présentent deux placards allant du rouge intense au violet foncé.

Cet état violacé des extrémités fait contraste avec la coloration rouge des lèvres, quelquefois rouge vif, indiquant que si, sous l'influence de la toxine tuberculinique il se produit une véritable suroxydation, une accélération considérable des échanges, il existe en même temps une sorte d'asphyxie au niveau des capillaires veineux, comme si la tension intra-veineuse était considérablement augmentée.

4° *La déminéralisation.*

Toute intoxication quelle que soit sa nature, produit une déminéralisation. Toute déminéralisation continue doit faire penser à un état tuberculinique ou à un état précancéreux. La déminéralisation dûe à la tuberculose n'offre pas de caractères spéciaux, elle est bien connue, puisque c'est sur sa constatation que, bien à tort, on « entonne » au malade quantité de sels de chaux. Or, depuis quelque temps déjà, le sujet ne peut plus retenir les sels calcificateurs qu'il introduit dans son organisme par son alimentation, le courant calcificateur normal, centripète, par rapport à la cellule, est inversé, car sous l'influence de la toxine intracellulaire ou péricellulaire, il est devenu centrifuge et décalcificateur. La phosphaturie augmente sous l'influence du traitement ainsi que la constipation ou les pertes blanches. Provoquez l'élimination des toxines, libérez la cellule qui reprendra son fonctionnement normal, et, même sans calcificateur surajouté, vous constaterez l'arrêt de la déminéralisation du malade et l'augmentation de son poids.

La déminéralisation ne se manifeste pas seulement dans les urines ; elle est évidente au niveau des dents ; la polycarie, la sensibilité de l'émail, sont des signes constants chez le tuberculinique ; elle est remarquable au niveau des ongles, où la présence de taches blanches permet d'affirmer une décalcification. Bien mieux, le siège des caries, ainsi que la situation des taches blanches sur la surface de l'ongle permet d'affirmer le moment de la poussée toxinique, cause de la déminéralisation. La denture offre, à celui qui sait la regarder, un véritable miroir dans lequel l'état du terrain et ses atteintes successives se reflètent.

II. Caractéristiques particulières.

Le Tuberculinique est un malade « sensibilisé » dont tous les appareils peuvent présenter, non des signes de lésions puisqu'elles n'existent pas, mais des troubles fonctionnels dont certains apparents, peuvent être facilement reconnus. Trois organes surtout ont leur fonctionnement modifié : le cœur, les poumons, le système nerveux.

Cœur et circulation.

Le cœur peut être considéré comme un moteur puissant qui a besoin, pour se mouvoir, de recevoir un aliment exempt de toutes impuretés. Quand il est mal alimenté, par un sang trop pauvre en éléments figurés, il « cogne » et la cause des ratés qu'il présente ne doit pas tant être recherchée dans une altération des soupapes ou des parois entre lesquelles elles se meuvent que dans la cause qui lui est toute extérieure. Il y aurait beaucoup à dire sur les « maladies du cœur » qui ne sont à mon avis que l'aboutissement fatal de troubles fonctionnels cardiaques variés, dont la véritable cause n'a jamais été décelée, et dont l'action répétée a amené peu à peu la lésion que triomphalement le spécialiste découvre. Là encore, la lésion n'a jamais précédé le trouble fonctionnel, c'est ce

dernier qui, par « *usure répétée* », produit la lésion.

Rien de plus évident chez les tuberculiniques. Vous l'auscultez, vous ne trouvez rien et cependant, il est oppressé, ne peut faire même une courte promenade, a tendance à s'évanouir, souffre de palpitations au moindre effort ou quand il est renfermé dans une atmosphère confinée, et présente à chaque instant des crises de faiblesse.

Dans d'autres cas, vous l'auscultez, vous trouvez un rythme de rétrécissement mitral, vous pensez avoir fait un beau diagnostic et tout disparaît après quelques doses de tuberculine diluée ; plus souvent encore, vous constatez un dédoublement du premier bruit, qui, fait caractéristique, disparaît après un exercice rythmé au grand air. La tension artérielle est souvent basse, Mn 11, mn 6, au Pachon, bien que le malade, pour se « remonter » prenne du café ou du thé. Chose amusante, vous supprimez le café, vous donnez un remède de drainage tel que Pulsatilla et, sans tuberculine, la tension remonte aussitôt ; ainsi se trouve vérifiée une fois de plus l'inutilité des toniques et de la thérapeutique antagoniste. Bien souvent, si vous persistez trop longtemps dans votre application du traitement de drainage et que vous tardiez à donner de la tuberculine, ou bien, si vous donnez de la tuberculine sans drainage préalable, vous constatez une accélération rapide des mouvements du cœr, 110 à 140 par minute. Tout se passe comme s'il se produisait une véritable « envolée de forces » du moteur-cœur devant la suppression brusque de l'obstacle toxinique.

Poumons et Respiration.

De tous les organes, le poumon est le plus sensibilisé à la tuberculine. Vous connaissez la fameuse loi de Louis (1825). « Après 15 ans, il n'y a pas de tubercule dans un organe s'il n'y en a pas dans le poumon ». Les travaux contemporains s'ils ne sont pas d'accord sur les voies d'introduction de la tuberculose dans l'organisme (tuberculose amygdalienne de Dieulafoy, infection oculaire et ganglionnaire de Calmette), sont unanimes à considérer la tuberculose pulmonaire comme la plus fréquente et la plus dangereuse en raison de la dissémination des germes produits par les malheureux qui en sont atteints.

Le Tuberculinique n'est pas un Tuberculeux, il ne présente pas encore de lésion, aussi ne présente-t-il pas de signes à l'auscultation : les radiographies impressionnées ne manifestent aucune altération. Peut-être pourrait-on observer quelquefois des ganglions, soit par les symptômes habituels cliniques, soit par les rayons X, mais je ne veux pas en faire état dans la description des signes cliniques pulmonaires des tuberculiniques (1).

Regardez votre malade nu, et observez attentivement son thorax. Vous pouvez constater quatre signes :

a) *Une immobilité de la paroi.*

En un point correspond à un espace intercostal quelconque sur une surface quelquefois grande comme une pièce de deux francs, la paroi reste immobile pendant la respiration. A ce niveau existe quelquefois :

b) Une *légère dépression.*

Cette dépression se manifeste surtout dans la respiration profonde, et existe au niveau d'un espace intercostal qui n'est pas nécessairement le premier, quelquefois le troisième, plus souvent le second. A ce niveau existe toujours :

c) *Quelques varicosités.*

dont la coloration tantôt bleuâtre, tantôt rougeâtre manifeste le degré d'intoxication du sujet. Ces varicosités sont quelquefois peu apparentes, mais il est facile de les mettre en évidence en frictionnant vigoureusement la paroi thoracique tant à gauche qu'à droite avec la paume de la main. La peau devient uniformément rouge des deux côtés, la coloration disparaît en quelques minutes, mais reste persistante très longtemps au niveau où ont été constatées l'immobilité et la dépression. Ce « *signe de la friction* » est facile à employer et coïncide toujours avec

d) *Une douleur.*

Douleur provoquée par la pression digitale au même point déjà repéré. Le « *signe de la douleur* » à la pression digitale peut exister sans varicosités et sans le signe de la friction. Ce dernier coïncide toujours avec la douleur provoquée.

e) *Le vertige provoqué par la respiration.*

Enfin, il existe un signe important que vous constaterez chez tous les Tuberculiniques et qui apparaît au cours de la consultation. Il est rare que le malade n'interrompe pas votre examen pour se reposer ; la respiration profonde qu'il entretient pendant que vous auscultez ses poumons, lui donne des vertiges et des troubles de la vue, sa tête lui tourne et il vous prie de lui donner quelques moments de repos. Ce signe de la respiration ou du « *vertige provoqué* » est caractéristique et n'apparaît que chez les tuberculiniques. Les toxines tuberculiniques affluent en plus grande quantité dans le milieu sanguin, le cœur s'accélère, le système nerveux est immédiatement troublé.

(1) Au cours d'un examen radioscopique, on peut constater une diminution de l'amplitude du diaphragme d'un côté, alors que rien d'anormal n'existe dans le poumon. Ce côté est prédisposé à l'atteinte tuberculeuse (Guilleminot et Léon Vannier, Communication à l'Académie des Sciences, 1905).

Système nerveux.

Le Tuberculinique a un potentiel nerveux très abaissé. Le potentiel nerveux est un terme qui n'a généralement pas cours dans les traités de médecine. Il exprime cependant bien ce que je veux dire. Un homme ne vaut dans l'existence que par son sytème nerveux, par sa mise en tension plus ou moins rapide, sa vibration plus ou moins continue, l'énergie plus ou moins intense qu'il développe tant au point de vue moral, dans sa conduite personnelle et dans celle de ses affaires, qu'au point de vue physique dans l'endurance qu'il oppose aux obstacles de la vie.

L'individu intoxiqué a son potentiel troublé, il n'a pas un équilibre nerveux. Le Tuberculinique dort mal, présente des troubles dans la sensibilité et des modifications mentales profondes.

a) Le sommeil. — Le Tuberculinique fait rarement une nuit compète ; ou il a beaucoup de peine à s'endormir le soir, et le matin une très grande difficulté à se réveiller et à se lever ; ou il s'endort rapidement après le dîner tombant dans le sommeil pour se réveiller vers cinq heures du matin sans pouvoir de nouveau se reposer. De toutes façons, il est *plus fatigué le matin que le soir*, et, dans la matinée, il a toujours de la difficulté à se mouvoir ou à travailler.

b) Troubles de la sensibilité. — Le Tuberculinique présente une *grande sensibilité à la douleur ;* la moindre douleur prend une importance considérable, il souffre plus qu'un autre. Cette hpersensibilité est rendue évidente au niveau des dents. L'émail est extrêmement sensible au moindre contact et à toute température, et, malheureusement pour lui, le tuberculinique est obligé d'avoir souvent recours aux soins de son dentiste en raison de la polycarie à répétition. L'hypersensibilité dentaire est dûe à la présence dans l'organisme de substances toxiniques dont l'élimination ne s'effectue pas d'une façon régulière. L'absorption de vin, d'alcool augmente cette hypersensibilité ou la fait apparaître brusquement.

c) Etat mental. — L'état mental d'un individu est en rapport direct avec son équilibre organique : je veux dire par là, qu'il reste conforme à son type et à ses possibilités tant que cet équilibre n'est pas troublé. Le Tuberculinique est toujours dévié de son type primitif, son état morbide a une influence très grande sur sa mentalité habituelle ; son caractère change, mais surtout devient extrêmement variable dans ses manifestations. Il est tantôt gai, tantôt triste, tantôt volontaire et irritable, tantôt apathique et déprimé, et, souvent dans la même journée, ces variations s'observent qui sont aussi désagréables pour lui-même que pour son entourage. Enfin, le sujet peut être profondément troublé et de véritables symptômes mentaux : aboulies, manies, mélancolies, peuvent apparaître soit à l'occasion d'un surmenage, soit à la suite de soucis ou de chagrins. Ces troubles s'accompagnent généralement d'une brusque déminéralisation se traduisant par de la polycarie et de la phosphaturie.

Tels sont les signes généraux et fonctionnels, subjectifs et objectifs, des tuberculiniques dont l'intensité plus ou moins grande est fonction du « *quotient toxique* » du sujet, mais nous possédons dans nos moyens habituels d'investigation, une méthode admirable de contrôle : *L'Iriscopie* (1).

En observant l'iris à l'aide d'une loupe ou avec l'appareil que j'ai inventé ; l'Iriscope, on observe presque toujours dans le secteur médio-externe de l'iris du tuberculinique, tantôt à droite, tantôt à gauche des signes nets en rapport avec une atteinte plus ou moins ancienne du poumon. Ces signes peuvent exister alors qu'à la radiographie aucune altération du parenchyme pulmonaire ne peut être constatée, ils indiquent une ancienne inflammation des bronches ou du poumon, et sont en rapport suivant leur aspect soit avec une lésion tuberculeuse guérie depuis de nombreuses années, soit avec l'apparition de rhumes fréquemment répétés.

IV. — Le traitement des tuberculiniques.

Le Tuberculinique est un individu intoxiqué par la toxine tuberculinique.

Son traitement est simple.

A la *toxine modificatrice* s'oppose la *toxine-thérapeutique.*

Au semblable, s'oppose le semblable : *Isothérapie.*

A *l'individu sensibilisé,* s'oppose le *remède individualisé.*

A l'analogue, s'oppose l'analogue : *Homœopathie.*

Isothérapie.

La tuberculinothérapie existe-t-elle ? Il est permis d'en douter quand on parcourt toutes les publications qui ont vu le jour depuis que R. Koch annonça au monde scientifique la découverte du bacille qui porte son nom. Dans les années qui suivent, avec un enthousiasme un peu précipité, mais très compréhensible, tous les laboratoires activent leurs recherches dans l'espoir de trouver rapidement le « sérum » qui guérira la tuberculose et qui immunisera l'humanité. Les savants pensant aux travaux con-

(1) Léon Vannier. Le diagnostic des maladies par les yeux. *Maloine*, 1919.

temporains d'Arloing, de Béring, de Roux sur la diphtérie, suivent la même idée directrice, et échouent lamentablement. Le traitement sérothérapique de la tuberculose n'existe pas, et nul ne le trouvera jamais car il ne peut exister.

Une autre idée directrice apparaître alors qui oriente les recherches vers les « bouillons de culture filtrés », les « vaccins », l'emploi des « bacilles tués » et des « toxines ». De nombreux résultats sont obtenus, des rapports sont publiés, mais rien de net, de précis, de sûr ne se manifeste en dépit des efforts obstinés et magnifiques que quelques savants soutiennent avec des ressources malheureusement trop modestes, et fort peu d'encouragements. Car, fait curieux qu'il est permis de noter en passant, quand on lit les comptes-rendus des Académies ou des Sociétés Médicales, on est surpris de remarquer, non seulement l'hostilité des auditeurs qui déclarent que « le traitement hygiénique et curatif (*sic*) habituel permet d'obtenir les mêmes résultats », mais encore de constater le mépris absolu que le savant de laboratoire professe envers le praticien qui, lui, n'a qu'un but : la guérison, l'amélioration de son malade, et qui, loin de discuter la valeur de l'agent mis en cause n'en apprécie que les résultats qu'il constate simplement.

Actuellement, la tuberculinothérapie semble délaissée, une armée de fonctionnaires médicaux semble avoir été mobilisée pour prouver aux tuberculeux qu'ils peuvent guérir par leurs conseils et cependant des hommes éminents, tels que Denys de Louvain, Sahli de Berne, Béranek de Neufchâtel, Stephani de Montana, Cépède de Paris et d'autres ont obtenu et obtiennent encore des résultats. Pourquoi cette hostilité du médecin devant la tuberculinothérapie ! Parce qu'il ne sait pas l'employer, parce qu'il ne se sent pas en sécurité dans la pratique des tuberculines qu'il ne connaît pas et dont il a peur, parce que, enfin, les maîtres qui veulent le diriger ne sont plus à compter leur insuccès, car, dans les méthodes qu'ils enseignent, ils ont tous oublié un facteur important, le malade et ses réactions.

En fait, le Tuberculinique n'a jamais été traité, puisqu'il est « ignoré », et même « nié » par tous ceux qui n'établissent un diagnostic qu'après un examen de laboratoire. Pour eux, la constatation d'un bacille dans le champ d'un microscope a infiniment plus d'importance qu'une bonne observation clinique dont les travaux de laboratoire tendent de plus en plus à diminuer la valeur. Cependant, la recherche analytique outrancière aboutit à la négation du bon sens clinique et à l'édification d'une thérapeutique théorique dont les effets sont lamentables, ou, ce qui est pis encore, à une abstention dont les résultats sont désastreux.

Or, le Tuberculinique existe, ses signes sont faciles à connaître et il peut être guéri. J'ai déjà publié des travaux personnels, je puis, aujourd'hui que j'ai plus d'expérience, vous donner des indications nettes et précises de l'emploi de diverses tuberculines.

Nous employons habituellement le sérum de Marmorech, le bouillon filtré de Denys, les tuberculines de Koch, TK et TR, dont j'ai publié les indications détaillées en février 1925 (1).

Je crois nécessaire de réunir en quelques lignes les principes directeurs de l'emploi des toxines tuberculiniques.

1) Toute toxine employée dans un but thérapeutique doit être « *diluée* ». Plus la dilution est élevée, plus l'action est prolongée. La dose utile de toxine diluée doit donc être progressivement diminuée, la dilution progressivement augmentée.

2) La toxine diluée agit « *en provoquant une crise d'élimination* » des toxines de même ordre. Tout semble se passer comme si la dilution toxinique provoquait un mouvement d'élimination des toxines de même nature. La soustraction qui semble s'opérer paraît d'autant plus importante que la toxine est à plus haute dilution.

3) La toxine diluée est nécessaire pour guérir, elle « *n'est pas suffisante* ». L'organisme doit être « réglé » afin que la crise d'élimination provoquée par la toxine diluée n'apporte qu'un trouble minime à son fonctionnement.

Le « *drainage* » de l'organisme est nécessaire, le remède homœopathique dilué est le remède type de drainage, c'est lui qui aide à la désensibilisation du sujet auquel il est fonctionnellement adapté en raison de la concordance, obligatoire à établir, des symptômes morbides et des signes pathogénétiques.

Conclusion.

Le Tuberculinique précède toujours le Tuberculeux. N'attendez pas pour faire un diagnostic certain, l'apparition des signes radiologiques, la présence des bacilles de Koch dans les excrétions, la constatation des signes physiques en rapport avec le début d'une lésion. Empêchez cette lésion de se produire, « *pré-voyez* » là, mettez en œuvre immédiatement les deux méthodes que l'homœothérapie vous propose : l'Homœopathie avec ses remèdes, dont les indications sont différentes suivant le tempérament du malade, l'Isothérapie avec ses tuberculines diluées.

Le tuberculinique précède toujours le tuberculeux. *Guérissez le tuberculinique, vous supprimerez le tuberculeux.*

(1) Léon Vannier. Le traitement des Tuberculiniques. L'*Homœopathie Française*, février 1925.

(1) Léon Vannier. La Doctrine de l'Homœopathie française. *O. Doin, édit.* 1931.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

Les vérifications astronomiques de la théorie de la relativité. — Récemment, à la Société française de physique (séance du 20 mars 1931), M. Croze a fait un exposé critique des diverses vérifications astronomiques qui ont été proposées pour la théorie de la relativité. Les trois conséquences des théories qui peuvent être soumises à des vérifications astronomiques sont relatives : 1° au déplacement du périhélie de Mercure ; 2° à la déviation des rayons lumineux dans un champ de gravitation ; 3° au déplacement vers le rouge des raies du spectre solaire.

1. Les conséquences de la théorie relative au déplacement du périhélie de Mercure et, plus généralement, au mouvement des planètes, ont été étudiées par Chazy dans son livre : *La théorie de la Relativité et la Mécanique céleste*. De la discussion approfondie qu'il a faite des calculs de Le Verrier et de Newcomb, il résulte que la théorie de la Relativité explique, aussi bien qu'on peut le désirer, l'avance résiduelle du périhélie de Mercure mais qu'elle n'explique ni la rétrogration résiduelle des nœuds de l'orbite de Vénus (10 secondes par siècle), ni l'avance résiduelle du périhélie de Mars (8 secondes par siècle). Cependant, il faut ajouter que la réalité de ces deux derniers écarts entre les observations et la théorie newtonienne du mouvement des planètes n'est pas certaine et devrait être soumise à de nouvelles vérifications.

2. Pour ce qui concerne la déviation que doivent subir les rayons lumineux qui nous viennent d'une étoile lorsqu'ils passent près du Soleil, les observations les meilleures sont celles qui ont été faites par Campbell et Trumpler lors de l'éclipse totale du 21 septembre 1922.

La discussion qui en a été faite, en particulier par Esclangon, par Hopmann et par Kienle, a montré que la dispersion des observations est trop grande pour permettre d'affirmer que les déviations observées ont leur expression nécessaire dans la formule d'Einstein. Il reste néanmoins que les observations ont mis en évidence des déviations réelles des positions des images stellaires. Pour les étoiles dont les positions apparentes sont les plus voisines de celle du Soleil, les déviations observées se groupent d'ailleurs convenablement autour de l'hyperbole qui représente la loi d'Einstein.

Des observations faites à l'Observatoire de Lick, avec une lunette de 1,60 m. de distance focale, Trumpler avait cru pouvoir conclure que la loi de décroissance des déplacements des images stellaires en fonction de leur distance au centre de l'image du Soleil est celle qui a été prévue par Einstein. De la discussion attentive des résultats, M. Croze conclut seulement qu'ils ne sont pas incompatibles avec la théorie d'Einstein, mais qu'on ne peut « en tirer la justification ni la condamnation de quelque théorie que ce soit ». « Tout ce qu'on peut dire, ajoute-t-il, c'est qu'il y a avantage actuellement à interpréter par la théorie de la Relativité les déplacements observés au moyen des grands instruments, étant donné qu'il n'y a pas pour le moment d'explication plus raisonnable de ces déplacements ».

3. La question du déplacement vers le rouge des raies du spectre solaire, bien qu'ayant fait l'objet de recherches importantes à l'Observatoire du Mont-Wilson, à l'Observatoire d'Allegheny et à l'Observatoire de Potsdam, n'est pas, encore complètement éclaircie. Sans doute, les divers expérimentateurs ont-ils observé un tel déplacement ; mais les déplacements qui sont dus, par suite de l'effet Doppler-Fizeau, aux mouvements de l'astre, à la pression de la vapeur, etc., compliquent beaucoup l'interprétation des résultats. On a également beaucoup étudié, à ce point de vue, la lumière du compagnon de Sirius. Comme l'a établi Eddington, cet astre, dont la masse est les 8/10e de celle du Soleil, et dont la densité est 38.000 fois plus grande que celle du Soleil, doit présenter un effet Einstein 30 fois plus grand que celui du Soleil et correspondre à des déplacements de raies de l'ordre de 0,3 Å, équivalents à ceux que produirait une vitesse radiale de 20 km./sec. Les mesures faites par Adams, au moyen d'un spectroscope associé au grand télescope du Mont-Wilson, lui ont permis de conclure que les raies du spectre étaient, en effet, déplacées vers le rouge d'une quantité correspondant exactement aux prévisions théoriques d'Einstein. Le même résultat a été confirmé par L. Moore à l'Observatoire Lick en éliminant, aussi complètement que possible, la lumière diffusée par Sirius qui complique beaucoup les observations sur son compagnon. « Il semble donc, écrit M. Croze à propos de ces expériences, qu'actuellement la question de l'existence de l'effet Einstein se trouve résolue dans le sens de l'affirmative ».

A. Bc.

Physique du Globe

Recherches récentes sur la raie verte de l'aurore. — Le spectre de la lumière de l'aurore polaire est caractérisé par une raie verte dont la longueur d'onde, évaluée en unités Angström, est égale à 5577,341. L'origine de cette raie a fait l'objet de nombreuses recherches, parmi lesquelles il convient tout particulièrement de citer celles du physicien canadien Mac Lennan.

L'éminent professeur de l'Université de Toronto a construit un spectrographe à grande luminosité (Mc Lennan and Ireton, *Canadian Journal of Research*, 2 : 279-290, 1930), permettant d'enregistrer nettement, dans la lumière émise par le ciel au cours des belles nuits sans lune, la raie verte de l'aurore en 20 minutes au niveau de la mer et en 10 minutes en une station élevée. Les spectres obtenus montrent également les six autres lignes du spectre de l'aurore et les bandes de l'azote 3914 Å et 4278 Å. Ce dispositif permet de suivre, sous toutes les latitudes, les variations qui se produisent au cours d'une nuit dans l'intensité de la radiation verte de l'aurore, toujours présente dans la lumière du ciel nocturne.

D'autres recherches ont été faites par Mac Lennan afin de reproduire exactement au laboratoire la radiation verte de l'aurore (Mc Lennan et Ireton, *Proceedings of the Royal Society*, A, vol. 129, 1930). De nombreux essais ont été effectués antérieurement dans cette voie par un grand nombre de physiciens, notamment par Vegard, qui avait cru reconnaître le spectre de l'aurore dans la lumière émise par les cristaux d'azote solide, sous l'influence d'un bombardement électronique. En réalité, Mc Lennan a pu établir que, si le spectre de la lumière émise dans ces conditions contient une raie qui rappelle celle de l'aurore, cette lumière s'en distingue cependant, lorsqu'on l'étudie de près, par des caractères très importants. Mais il est parvenu lui-même à reproduire la raie verte de l'aurore en faisant passer une décharge électrique dans un tube contenant de l'oxygène très raréfié en présence d'argon.

Le tube, de 30 cm. de long et de 1,5 cm. de diamètre, était muni d'électrodes en tungstène. Il importait d'éliminer totalement toute trace de gaz étranger présent dans le tube ou occlus dans ses parois, ce qu'on réalisait en maintenant un bon vide dans le tube au moyen d'une pompe à diffusion, en même temps qu'on en chauffait les parois et qu'on y faisait passer une décharge sous faible tension. C'est seulement ensuite qu'on introduisait dans le tube, d'abord de l'argon parfaitement desséché et purifié, puis une très faible proportion d'oxygène. Les meilleurs résultats ont été obtenus en donnant à l'argon une pression de 3,4 mm. de mercure, l'oxygène n'existant que sous une dose infinitésimale.

Le passage de la décharge dans l'argon rigoureusement pur donne une lumière dont le spectre ne révèle pas la moindre trace de la raie 5577,341 Å. L'introduction de la moindre trace d'oxygène fait apparaître cette raie instantanément avec une grande intensité.

En opérant sur le tube rempli de la manière qu'on vient d'indiquer, le spectre que l'on obtient ordinairement comprend plusieurs raies appartenant aux spectres de l'argon, de l'oxygène et du mercure. Mais en réduisant graduellement la tension appliquée aux bornes du tube et l'intensité du courant qui le traverse, on peut affaiblir progressivement les diverses raies du spectre jusqu'à ce que les seules qui restent visibles soient la raie 6965 Å de l'argon et la raie 5577 Å de l'oxygène. A l'exception de la raie de l'argon, le spectre ainsi obtenu est pratiquement identique à celui du spectre de l'aurore.

A. Bc.

Cristallographie

Le cristal et sa signification. — Sir William Bragg (1), dont, on connaît les recherches fondamentales sur les cristaux au moyen des rayons X, s'est appliqué, dans un article récent, à préciser tout l'intérêt qui s'attache aux édifices cristallins.

Il rappelle comment les 92 espèces d'atomes que nous distinguons, véritables briques de construction de l'Univers, s'associent, sous les formes les plus variées, pour constituer des molécules. Dès à présent, nous identifions une quantité considérable de molécules, depuis des molécules relativement simples, comme celle de l'eau et celle du chlorure de sodium, jusqu'aux grosses molécules organiques à atomes multiples.

Les propriétés des substances sont liées au mode d'assemblage de leurs molécules, et pour un même corps, la température est un facteur de la configuration moléculaire. Comme les diverses molécules ne sont pas toutes également sensibles à la chaleur, on trouve, à la température ordinaire, certaines substances solides, d'autres liquides, d'autres gazeuses.

Les gaz, de structure particulièrement simple, sont les corps dont les lois sont les mieux dégagées. Viennent ensuite les liquides dont nous sommes encore quelque peu informés. Nous avons notamment recueilli des données étendues sur le résultat éventuel du mélange des diverses espèces de liquides, réactions mutuelles des molécules présentes et génération de molécules nouvelles. C'est là, le chapitre de science qui porte le nom de chimie.

Pour les solides, la connexion entre les propriétés et la constitution demeure beaucoup plus secrète. Nous avons été surtout instruits par les propriétés de la lumière, et, en particulier, par les propriétés de la lumière de très courte longueur d'onde qui constitue le rayonnement X.

La lumière visible ne représente qu'un intervalle très restreint dans l'ensemble des longueurs d'onde. Déjà, dans cet intervalle lui-même, nous avons utilement renforcé la portée de nos moyens d'action, en faisant usage, après la simple loupe, du puissant microscope, qui nous a ouvert des horizons entièrement nouveaux.

Ultérieurement, la découverte des rayons X est venue accroître, de manière inattendue, notre compréhension du monde extérieur. Avec leur longueur d'onde dix mille fois plus petite que celle de la lumière visible, les rayons X trouvent, dans les structures cristallines, des réseaux de diffraction à leur taille. Grâce à cette circonstance, il est devenu possible de déchiffrer, dans des cas très fréquents, l'arrangement des atomes et des molécules. La recherche a été favorisée par la tendance de la nature à la régularité et à l'ordre, qui permet la perception d'effets d'ensemble. Tandis, que l'effet d'un atome individuel sur les rayons X, serait trop faible pour affecter nos appareils, l'effet combiné de quantité énorme d'atomes, disposés en ordre régulier, devient décelable.

C'est ainsi, par exemple, qu'on a établi, dans le diamant, la manière uniforme dont chaque atome de carbone, s'entoure à égale distance, de quatre voisins, eux-mêmes équidistants les uns des autres. La dureté remarquable du diamant ne serait que la conséquence de sa structure.

C'est sur un dessin différent que les atomes de carbone se groupent pour constituer le graphite mou et glissant.

Dans des minéraux très divers, on voit les atomes d'oxygène, les plus abondants de tous, s'aligner rigoureusement, comme une pile de boulets, pour former la majeure partie de la croûte terrestre, cimentés qu'ils sont par des atomes de silicium, de magnésium, d'aluminium et de quelques autres éléments.

Enfin, remarque Bragg, la méthode aborde avec succès la chimie des êtres vivants. On a pu mettre en évidence de longues chaînes organiques, ainsi que les curieux hexagones de carbone, constitutifs du benzène, présents dans un grand nombre de tissus. Dans ce domaine, la spectrographie X s'est trouvée entièrement d'accord avec les prévisions de l'investigation chimique.

S. V.

(1) *Journal of the Franklin Institute*, juillet 1930.

Anthropologie

L'expansion géographique des Hommes de Néanderthal au Quaternaire moyen dans les régions méditerranéennes. — L'Homme de Néanderthal, qui vivait dans nos pays à la fin des temps glaciaires, surtout bien connu de gisements français (La Chapelle-aux-Saints, La Quina, La Ferrassie), avait été depuis longtemps signalé de diverses contrées de l'Europe occidentale et centrale.

Une série de découvertes récentes ont considérablement étendu l'aire de dispersion de ce grand groupe humain fossile. Ce fut d'abord l'Homme de Broken Hill (Rhodésie), *Homo rhodesiensis*, considéré par beaucoup de paléontologistes comme se séparant franchement de *Homo neanderthalensis*, puis le crâne de Podkoumok (Caucase), contemporain de la dernière période glaciaire, celui d'Alcolea, près de Cordoue (Espagne), d'âge non précisé, ce furent encore les restes humains du Paléolithique ancien de la caverne de Kiik Koba, près de Simféropol (Crimée).

Ensuite fut rencontré en 1925, dans la grotte de Tabgha, en Galilée, sur les bords de la vallée de l'oued el Amoud, tributaire du lac de Thibériade, le crâne de

Homo galilensis. Sous une couche datant de l'époque historique, venait une strate à poteries néolithiques, puis

Fig. 1. — Voûte crânienne de l'Homme de Néandertal.

une assise à silex de la fin du Paléothique ancien (Mousténien), avec ossements d'Hippopotames, Ours brun,

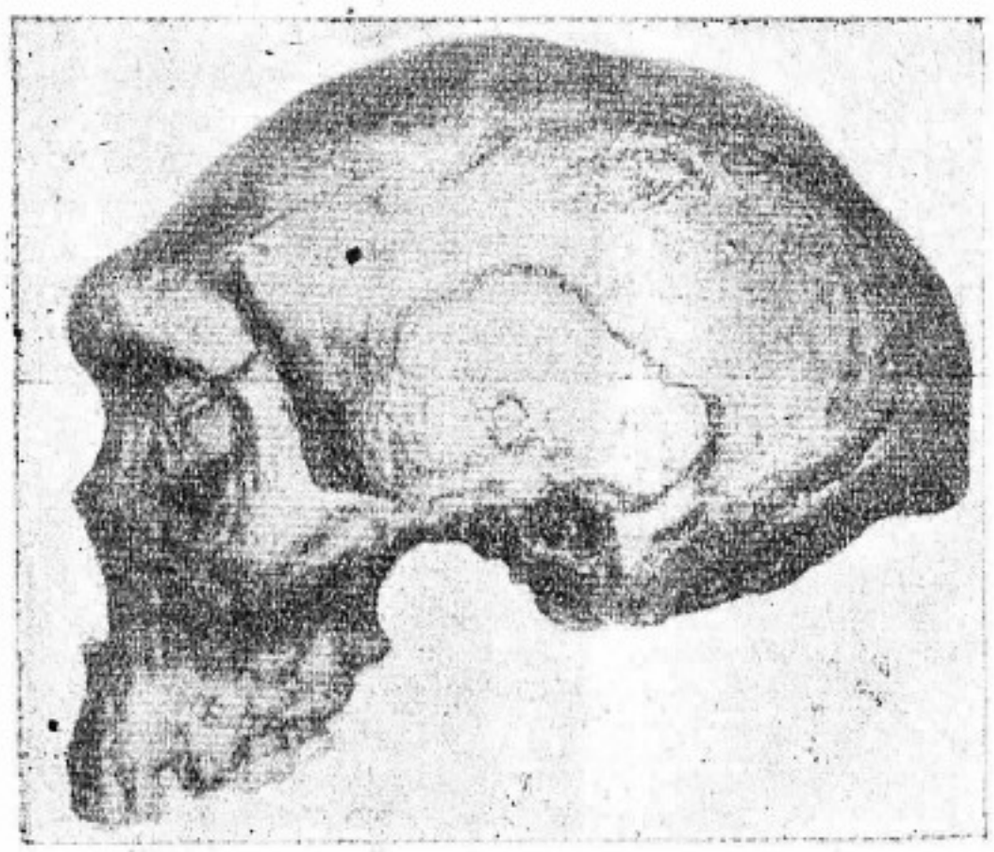


Fig. 2. — Le crâne de Rodhésia (orienté dans le plan oreille, œil. Vue du côté gauche).

Hyène des cavernes, Cerfs, Gazelles : plus bas enfin a été découvert, par Turville Petre, avec des silex paléolithiques de facies plus archaïque (Acheuléen et début du Mousténien), le crâne néanderthalien étudié par A. Keith, crâne accompagné de quelques vertèbres, fragments de côtes, ossements de la main, le tout épars au milieu de débris de cuisine. Le crâne, malheureusement réduit au frontal, au malaire droit et à deux ailes du sphénoïde, se fait remarquer par ses fortes saillies supraorbitales. Sa voûte était plus élevée et son front moins fuyant que chez la plupart des Néanderthaliens; sa capacité devait

Fig. 3. — Le crâne de Rhodésia (Vu de face).

être voisine de celle de la moyenne des crânes anglais actuels et son ossature n'était pas très épaisse.

Enfin F. Sergi a décrit en 1929 un crâne d'Homme de

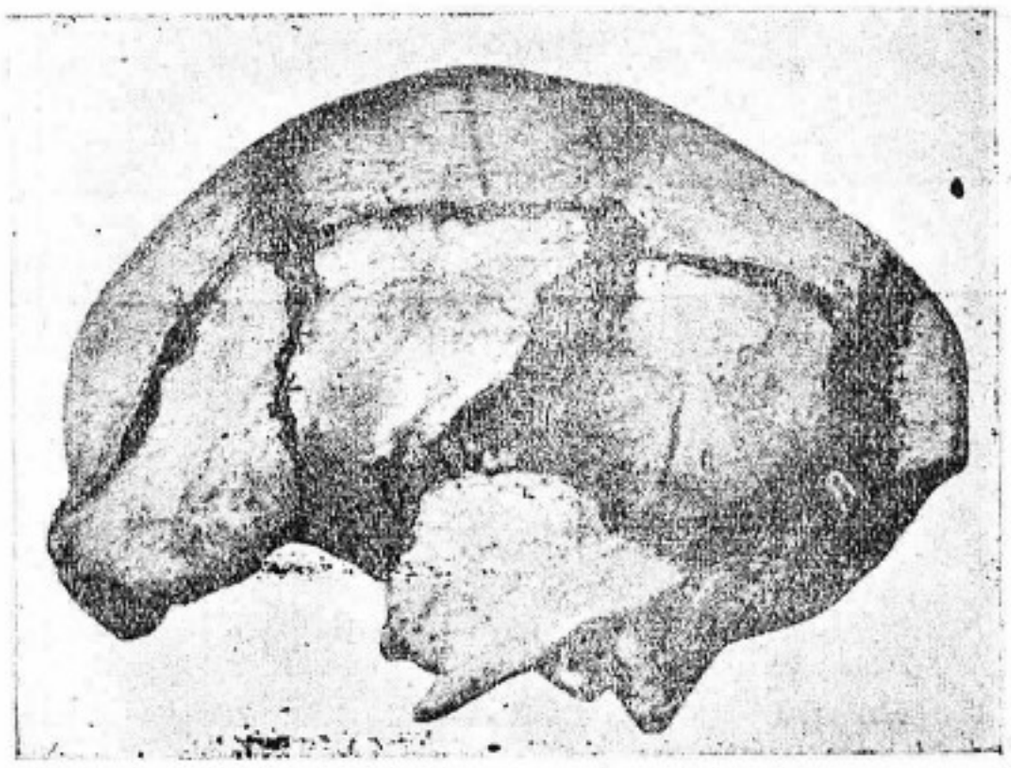


Fig. 4. — Le crâne de Weimar-Ehringsdorf, d'après la reconstitution de Weidenreich (orienté dans le plan, œil. Vu du côté gauche).

Néanderthal trouvé à Saccopastore, aux environs de Rome, dans une grotte avec des ossements d'*Elephas antiquus*, *Rhinoceros Mercki*, *Hippopotamus major*, *Cervus elaphus*, *Bos primigenius*.

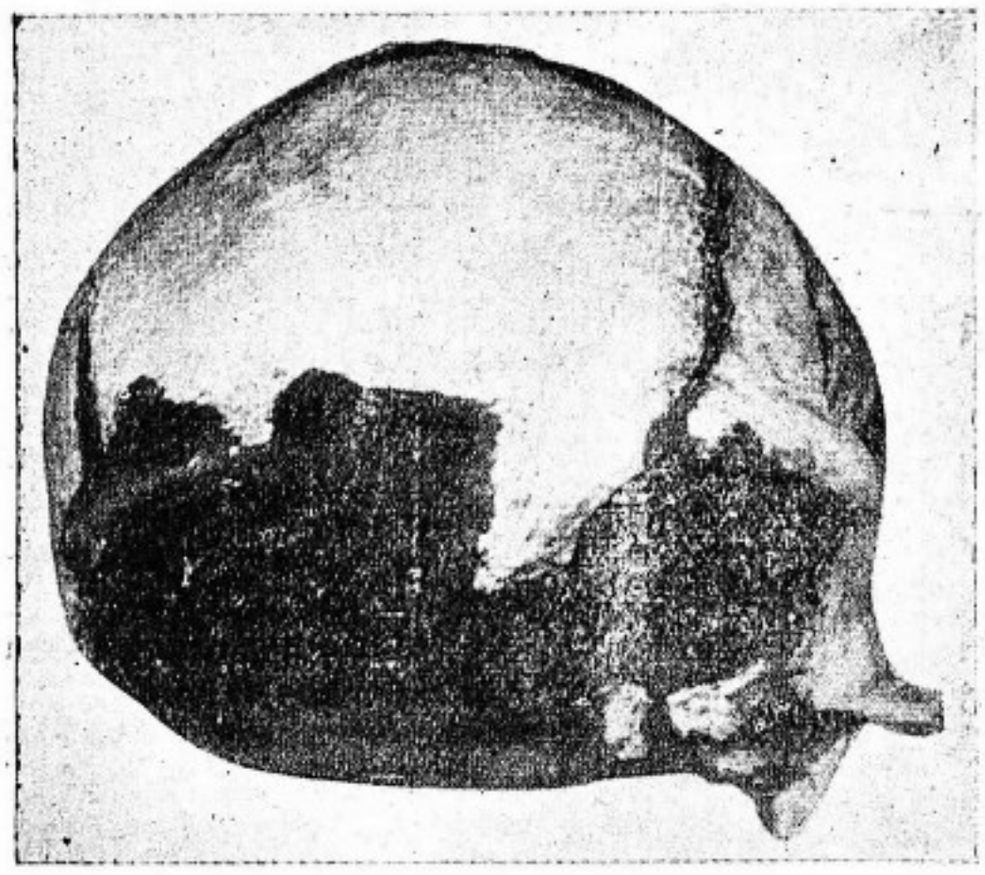


Fig. 5. — Le crâne de Weimar-Ehrigsdorf (Vu de face).

L'aire de dispersion de *Homo neanderthalensis* englobe le Sud de l'Angleterre, les îles anglo-normandes, la France, la Belgique, la Rhénanie, le Wurtemberg, la Bohême, la Moravie, la Croatie, la Hongrie, l'Espagne, l'Italie, la Crimée, le Caucase, la Galilée, la Rhodésie. Cette répartition géographique, localisée à l'Europe moyenne et aux régions méditerranéenne et sud-africaine diffère sensiblement de la zone d'expansion des grands Mammifères moustériens à affinités plutôt asiatiques, Mammouth, Rhinocéros à narines cloisonnées; elle rappelle beaucoup par contre la distribution des animaux chelléens à facies plutôt africain, Eléphant antique, Rhinocéros de Merck et surtout Hippopotame amphibie, cette dernière faune se présentant elle-même comme dérivée plus ou moins directement d'un milieu biologique pliocène et éthiopien.

Ces données d'ordre géographique concordent avec les déductions des paléoanthropologistes. M. Boule voit dans l'Homme de Néanderthal un survivant de nos prototypes ancestraux relégué au milieu de la faune à *Elephas primigenius*, c'est-à-dire de la faune holarctique. Peut-être d'ailleurs cette espèce humaine descendait-elle de *Homo heidelbergensis*, dont les restes ont été découverts dans les dépôts du Pléistocène moyen de la Rhénanie. Les Néanderthaliens, abstraction faite de la forme très spé-

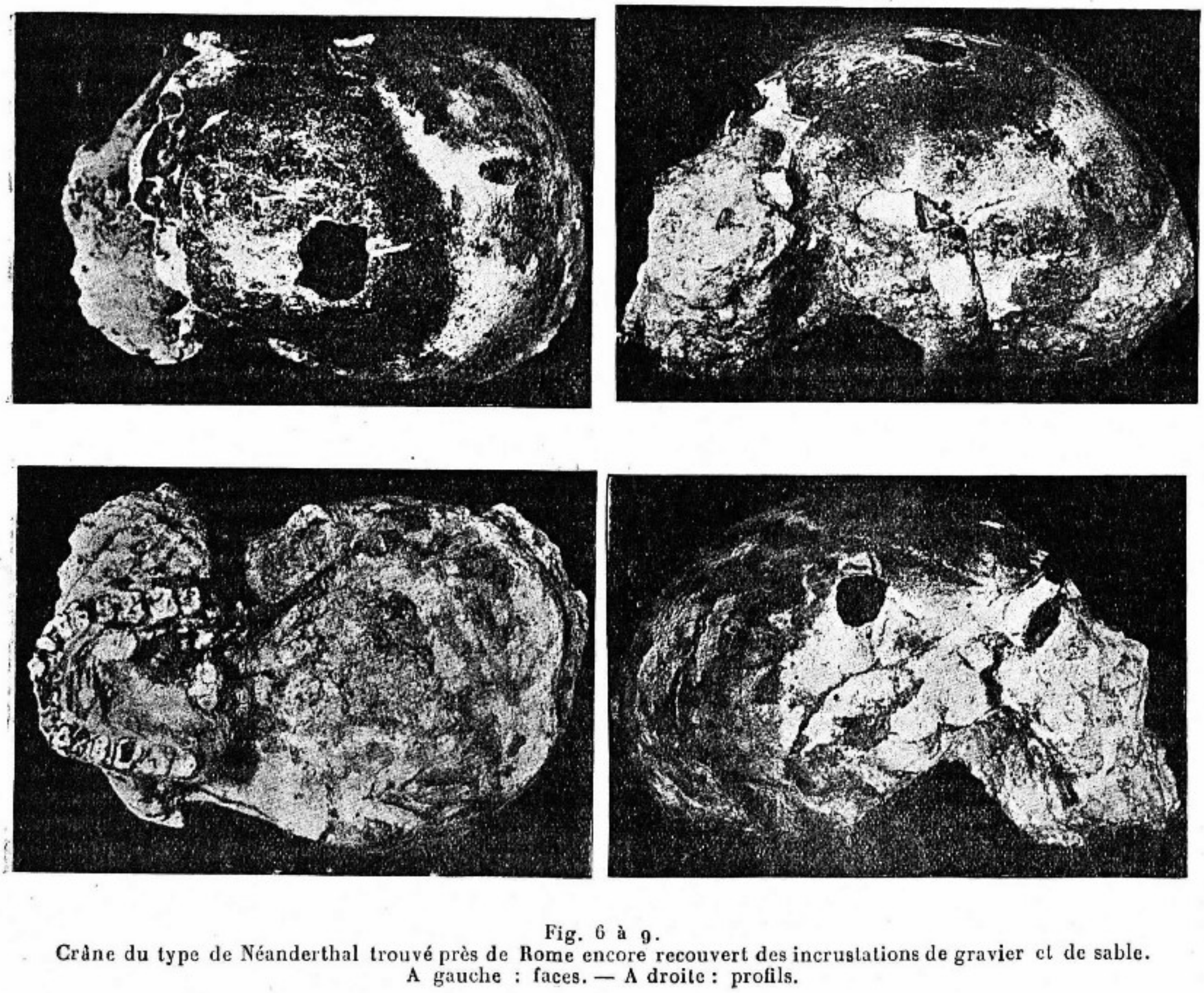


Fig. 6 à 9.
Crâne du type de Néanderthal trouvé près de Rome encore recouvert des incrustations de gravier et de sable.
A gauche : faces. — A droite : profils.

ciale de *Homo rhodesiensis*, se sont trouvés confinés, comme dans des asiles, en Europe et dans l'Asie antérieure, simples péninsules de la grande masse continentale asiatique, isolées par la calotte glaciaire finno-scandinave, par les lagunes arolo-caspiques, bien plus développées jadis qu'aujourd'hui, par la mer Persique s'étendant du golfe actuel sur tout le territoire de la future Mésopotamie, enfin par le bras de mer méditerranéen qui, empruntant la vallée actuelle du Nahr el Kebir, occupait le fossé palestino-syrien.

Les représentants orientaux de l'Homme de Néanderthal, trouvés à Krapina, en Croatie, à Podkoumok, au Caucase et à Tabgha, en Galilée, sont moins éloignés des races d'Hommes modernes, que les représentants occidentaux de France et des contrées limitrophes : si donc, une relation génétique existe entre *Homo neanderthalensis* et *Homo sapiens*, c'est dans les contrées situées vers l'Est de l'Europe qu'il faut en chercher la trace.

L. Joleaud.
Professeur à la Sorbonne.

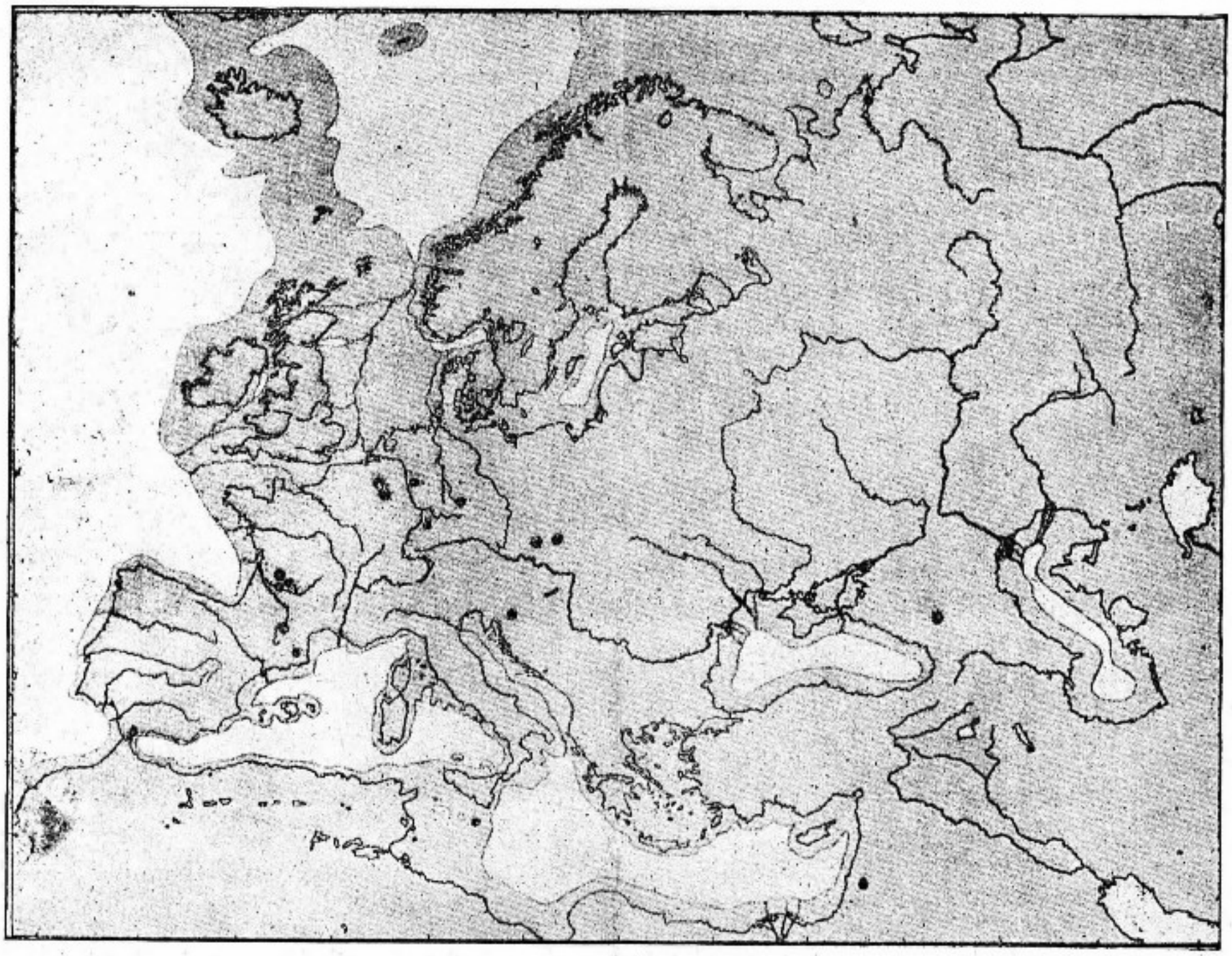


Fig. 10.
Carte de l'Europe montrant les jonctions des terres émergées et les limites des régions glacées pendant le Quartenaire d'après Obermaier. (Les lieux où a été découvert l'*Homo primigenius* sont indiqués par des points.)

Médecine

L'Asthénie. Déséquilibre physico-chimique. — La très ancienne conception des humeurs a dans ces cinquante dernières années pris un regain d'actualité grâce aux découvertes de la biologie relatives à la constitution des milieux de l'organisme, à l'existence et au mode de fonctionnement des glandes endocrines, à l'étude très poussée du plasma sanguin, etc... D'autre part, la liaison étroite entre le psychisme et le comportement physiologique se fait jour à tout instant et l'interdépendance des deux ordres de phénomènes trouve dans les tests biologiques la justification du double sens du terme humeur.

Du point de vue physico-chimique, cependant, les relations n'ont pas encore apparues précises ou simples, et en tous cas, on avait peu cherché à les mettre en évidence. C'est à cette étude que se sont attachés MM. M. Montassut et M. Delaville qui nous font part (*Presse Médicale*, 27 mai 1931) des résultats obtenus par l'exploration systématique du milieu sanguin au cours des états psychopathiques constitutionnels tels que la dépression et l'asthénie.

Ces états comportent, on le sait, un double aspect, psychique et physiologique, à base de fatigue, traduite à la fois dans le domaine physique et dans le domaine intellectuel. L'incertitude, l'inquiétude, les irrésolutions et les obsessions sont les équivalents psychiques de la sensation primitive de fatigue physique, surtout statique, avec hypotonie générale, débilité motrice, etc... Tous ces caractères dont le terme de neurasthénie, à le prendre dans son

sens strict ne traduit qu'une partie, se combinent à des troubles de l'émotivité qui viennent encore compliquer le tableau. Mais, le point essentiel est le rythme paradoxal de la fatigue : les phénomènes sont beaucoup plus accussés au réveil, la sédation ne se produit que tard dans la journée (guérison de cinq heures) et le tonus intellectuel et physique persiste tard dans la nuit.

Frappés du fait que le tableau clinique de l'asthénie constitutionnelle présentait des analogies nettes avec celui de l'alcalose, et pensant que la fatique pouvait correspondre à deux modalités chimiques : fatigue statique alcalosique et fatigue physiologique acidifiante, facteur d'amélioration clinique, ces auteurs ont systématiquement analysé de ce point de vue le sang des déprimés constitutionnels et ont trouvés, en effet, une alcalose matinale et un équilibre acide-base ou une alcalose très atténuée vers la fin de la journée au moment de l'amélioration des signes. Ainsi asthénie et alcalose varient proportionnellement.

Poursuivant alors leurs recherches en se plaçant plus spécialement du point de vue de l'émotivité, les auteurs ont pu mettre en évidence le fait que le déséquilibre neuro-végétatif, qui est de règle chez de tels sujets, va de pair avec un déséquilibre ionique du sang; le potassium est plus abondant dans le plasma et son taux est en rapport avec l'intensité des manifestations émotives. Il y a meme une hypercalcémie sensible, quoique moins importante et le rapport potassium-calcium est généralement augmenté.

Indépendamment des déductions que ces résultats permettent de faire pour la conduite de la thérapeutique, l'intérêt qui se dégage de telles notions n'est pas mince, car ,elles donnent la possibilité non seulement d'objectiver des troubles à manifestations très complexes, mais, encore de préciser les répercussions du déséquilibre survenu dans le milieu sanguin .

Dr Didiée.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

Le réalisateur de la turbine marine : sir Charles Parsons. — Sir Charles Parsons, dont le nom évoque l'une des phases les plus originales et les plus grosses de conséquences de l'évolution de la machine marine, est mort, le 11 février de cette année, au cours d'une croisière aux Antilles. Charles Parsons naquit en 1854; il était le plus jeune fils du comte de Rosse, astronome et constructeur d'appareils télescopiques fort estimé. Il fit ses études théoriques à Cambridge et accomplit une série de stages d'apprentissage technique dans divers chantiers et usines, notamment aux chantiers Armstrong. Ce fut aux usines Clarke Chapman, où il était entré comme associé en 1883, qu'il commença à porter son attention sur la question des turbines. Il fonda à Newcastle, en 1889, la Société *Parsons and C°*, pour la construction des turbines et aussi des miroirs pour projecteurs.

L'idée de la turbine à vapeur est relativement ancienne; un grand nombre de projets avaient été conçus au cours du XIXe siècle, dont la plupart ne furent d'ailleurs suivis d'aucune exécution. Parmi ces précurseurs, il convient de signaler l'ingénieur français Tournaire qui, dès 1853, avait précisé nettement les principales difficultés du problème et indiqué, avec une clarté de vues remarquable, la voie dans laquelle il convenait d'en chercher la solution.

Ce fut en 1892 que Parsons construisit la première turbine de type commercial; elle était destinée à conduire une dynamo de 100 kilowatts. La consommation était d'environ 12 kg. de vapeur par cheval.

En 1894, alors que faisait à son tour son apparition, la turbine de l'ingénieur suédois de Laval, fondée d'ailleurs sur une conception toute différente, Parsons entreprit d'appliquer ses appareils à la propulsion des navires. Dans ce but, il fonda une sorte de syndicat, *The Marine Turbine C°*, en vue d'aboutir à la construction d'un petit navire d'expériences destiné à cette fin spéciale. Ce navire, demeuré célèbre, la *Turbinia*, mesurait 30 mètres de longueur et déplaçait 45 tonnes. Les turbines, qui actionnaient trois arbres porte-hélice, développaient au total 2.000 CV. Après trois années de travaux et de mise au point, la *Turbinia* put entreprendre ses essais officiels, au cours desquels la vitesse de 34 n. 5, tout-à-fait remarquable pour l'époque fut atteinte. Le retentissement de cet événement fut considérable; l'Amirauté anglaise décida de commander à la *Parsons Marine Steam Turbine Co*, les appareils de deux torpilleurs, le *Viper* et le *Cobra*. Ces deux navires atteignirent et dépassèrent à leurs essais la vitesse de 36 nœuds.

Toutefois, il arriva par la suite que la coque du *Cobra* se brisa en deux et que le *Viper* fut perdu à la suite d'un échouage. Ces accidents, dûs à la légèreté excessive et au défaut de résistance des coques, n'étaient nullement imputables à la machinerie; mais, comme il arrive souvent en matière de réalisations nouvelles, les adversaires de la turbine ne manquèrent pas d'exploiter ces événements en vue de discréditer le nouveau mode de propulsion. En 1903, à la suite d'essais conlcuants effectués sur le croiseur *Amethyst*, l'Amirauté remit à l'étude le problème délaissé et entreprit une série d'expériences comparatives, soit sur des destroyers, soit sur des croiseurs. Les résultats apparurent si probants, surtout aux grandes vitesses, que la propulsion par turbines fut adoptée pour toutes les unités nouvelles, en particulier pour le célèbre cuirassé *Dreadnought*, construit en 1906. L'exemple ne tarda pas à être suivi par toutes les marines de guerre. Mais, dès 1901, Parsons s'efforçait de mettre en évidence les avantages que la turbine était susceptible d'apporter pour la propulsion des navires de commerce et, en particulier, des paquebots. Ces avantages sont, notamment, l'atténuation presque complète des vibrations, un gain certain de poids et d'encombrement, principalement en hauteur, une plus grande facilité d'entretien et la réduction des frais de réparation, résultant de la simplification des organes. La surveillance et la conduite des machines sont rendues plus aisées et, si le rendement des turbines décroît assez rapidement aux puissances réduites, cet inconvénient disparaît pratiquement pour des navires appelés à naviguer à vitesse à peu près constante.

Ainsi qu'il avait procédé avec la *Turbinia*, un petit navire de tourisme, le *King Edward*, fut mis en service sur la Clyde en 1901, à titre de démonstration pratique. A la suite de cet essai, les turbines furent adoptées pour le paquebot *Queen*, du service Calais-Douvres, qui entra en service en 1903. En 1904, l'*Allan Line* introduisit le nouveau mode de propulsion dans la navigation transatlantique, avec les paquebots *Victorian* et *Virginian* de la ligne canadienne.

En 1905, la *Cunard* installait les turbines sur la *Carmania* et, à la suite d'études et de discussions prolongées, en adoptait le principe pour ses deux navires en projet,

Lusitania et *Mauritania*, conçus en vue de ravir le record de la vitesse au paquebot allemand *Kaiser Wilhelm II*.

Cette décision, qui accordait à la turbine marine un droit de cité définitif, empruntait une importance toute spéciale aux circonstances du moment. Les intérêts en présence dépassaient singulièrement, en effet, le cadre ordinaire des compétitions commerciales.

L'adversaire que la grande compagnie anglaise, financièrement appuyée par le gouvernement royal, se proposait de réduire, était en réalité le fameux *Trust de l'Océan*, réalisé par Pierpont Morgan, auquel les compagnies allemandes adhéraient par un cartel.

Le succès considérable que les turbines assurèrent aux *Lusitania* et *Mauretania* revêtit donc le caractère d'une véritable victoire nationale. On sait que ce record fut maintenu jusqu'en 1929.

Toutefois, le rendement de ces premières turbines de mer était encore loin de correspondre aux résultats obtenus dans la conduite des générateurs électriques. La turbine, en effet, conduisait directement l'arbre porte-hélice et la nécessité de ne pas augmenter l'allure de rotation des hélices au-delà de 300 à 400 tours, avait pour conséquence de sacrifier à la fois le rendement de la turbine et celui du propulseur. Or, dès ses premiers essais, Parsons avait clairement discerné la nécessité de placer entre la turbine et l'hélice des engrenages réducteurs. Cette réforme fut seulement retardée, du fait des difficultés à résoudre pour réaliser la taille d'engrenages adaptés à des puissances élevées. Le premier appareil à engrenages fut installé sur le *Vespasian* en 1909. Jusqu'à sa mort, Sir Charles Parsons ne cessa à aucun moment d'étudier le perfectionnement du type de machine dont il avait été l'initiateur. Ce fut encore lui qui conçut le dispositif fort usité aujourd'hui, qui consiste à utiliser la vapeur à l'échappement d'une machine alternative dans une turbine à basse pression agissant sur l'arbre.

LOUIS BASSO.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 juin 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *P. Montel.* — **Sur les fonctions de plusieurs variables.**

— *E. Kogbetliantz* (prés. par M. E. Borel[1]. — **Nouvelles observations sur le système orthogonal de polynomes d'Hermite.**

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Mme Popovitch-Schneider.* — **Sur l'extension de la méthode de Hele Shaw aux mouvements cycliques.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *H. Guillemet.* — **Sur l'évolution du sillage derrière un obstacle pour des petites valeurs du nombre de Reynols.**

MÉCANIQUE. — *L. Féraud* (prés. par M. Elie Cartan). — **Les systèmes complètement stables au voisinage d'un point d'équilibre.**

ASTRONOMIE COSMOGONIQUE. — *E. Belot* (prés. par M. E. Esclangon). — **La double origine des petites planètes et leur émission par les anneaux et tourbillons des grosses planètes.**

THÉORIE DE LA RELATIVITÉ. — *L. Gérard* (prés. par M. Elie Cartan). — **Réflexion sur un miroir mobile et relativité.**

PHYSIQUE. — *A. Damiens* et *L. Domange* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur un four électrique en fluorine.**

M. Damiens a montré récemment (*C. R.*, 192, 1931, p. 1235) qu'il était possible d'obtenir un produit à base de fluorine pure ayant les caractères généraux de la porcelaine.

Les auteurs ont construit, avec ce produit un four dont ils donnent la description accompagnée d'une figure explicative. Ce four peut supporter des températures supérieures à 1000°.

ÉLECTRICITÉ. — *B. Decaux* (prés. par M. G. Ferrié). — **Un fréquencemètre à quartz piézoélectrique avec modulation synchrone,**

Dans cet appareil, l'oscillateur de modulation est un multiplivibrateur du type B d'Abraham et Bloch rendu réglable par l'adjonction d'une capacité variable et qui est synchronisé sur une fréquence sous-multiple par l'oscillateur à quartz qu'il module à son tour. Les fonctions de synchronisation et de modulation sont remplies simultanément par un même tube à vide à double anode dit « à grille écran », dont la grille-écran se trouve reliée à l'un des circuits anodiques du multivibrateur; le circuit de la grille de commande est couplé à l'oscillateur, le circuit de plaque attaquant les appareils d'utilisation.

PHOTOMÉTRIE. — *P. Fleury* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Luxmètre de précision à plages homochromes.**

Ce luxmètre comporte une lampe-tare à filament rectiligne dont une image se forme sur un coin (prisme d'angle aigu) de verre bleuté convenablement choisi : en déplaçant ce coin, on peut faire varier d'une façon continue la couleur de la lumière transmise, et en lui associant au besoin des lames colorées supplémentaires; on peut rendre pratiquement homochromes toutes les mesures usuelles d'éclairement.

SPECTROSCOPIE. — *L. et E. Bloch, F. Esclangon et P. Lacroute* (prés. par M. Billonin). — **Observations de l'effet Zeeman en haute fréquence.**

Pour remédier aux inconvénients résultant, pour l'étude du phénomène de Zeeman, de l'emploi des arcs et des tubes à vides ordinaires; les auteurs font usage de la décharge à haute fréquence sous la forme suivante. Les tubes, en verre pyrex, sont des tubes symétriques comportant des boules assez volumineuses reliées par une partie capillaire placée verticalement dans l'entrefer d'un électro-aimant de façon que la partie utile de la source soit dans une région où le champ magnétique est à la fois très intense et très uniforme. Au-dessus et au-dessous des boules se trouvent deux boucles de fil de cuivre reliées aux extrémités de la self d'un circuit d'onde de 8 mètres environ.

— *D. Malan* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur le spectre d'absorption de l'oxygène aux températures élevées.**

L'oxygène chauffé jusqu'à 1400° montre des bandes très intenses s'étendant du côté des grandes longueurs d'onde jusque vers 2500. Dans une parti du spectre, les bandes sont très enchevêtrées, mais on a pu mesurer les longueurs d'onde de 24 volts comprises entre 2160 et 2360. Pour les longueurs donde plus grandes, l'enchevêtrement devient tel qu'il est impossible de distinguer les têtes avec certitude.

OPTIQUE. — *P. Daure* et *A. Kastler* (prés. par M. A. Cotton). — **L'effet Raman dans quelques gaz.**

Les résultats montrent que le passage à l'état gazeux, à l'état condensé entraîne une diminution de la fréquence Raman, diminution qui est surtout marquée pour les molécules dipôles, et permet d'apprécier l'importance du champ intermoléculaire.

RADIOACTIVITÉ. — *F. Reymond* et *Tchang Da Tchang* (prés. par M. G. Urbain). — **Séparation du polonium et du protactinium fixés sur l'oxyde de tantale.**

Les auteurs ont cherché à entraîner le polonium en milieu fluorhydrique, seul milieu où le tantale et le protactinium soient facilement solubles. Ils se sont basés sur la propriété du polonium d'être facilement précipité par un agent réducteur et ont employé l'acide sulfureux en présence de sélénium, dont les propriétés sont voisines de celles du polonium.

CHIMIE PHYSIQUE. — *F. Bourion* et *E. Rouyer* (prés. par M. Urbain). — **Étude cryoscopique du paraldéhyde dans les solutions de chlorure de lithium et de chlorure de magnésium.**

Les résultats sont exposés dans les tableaux.

— *F. Perrin* (prés. par M. J. Perrin). — **L'association moléculaire et l'optimum de fluorescence des solutions. Influence des sels.**

L'association moléculaire semble jouer un rôle important dans la décroissance des pouvoirs fluorescents.

Il n'est pas nécessaire qu'une association moléculaire existe dans les solutions concentrées pour que se manifeste un optimum de florescence.

Dans le cas, en effet, où l'extinction de la fluorescence dépend de la présence de molécules associées, une élévation de température, qui produit toujours une dissociation, doit augmenter le pouvoir fluorescent, et c'est ce qui s'observe dans les solutions aqueuses.

— *M. Curie* et *M. Prost* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le rayonnement accompagnant l'hydratation du sulfate de quinine.**

On a opéré dans une enceinte vide d'air pouvant être mise en communication avec une source de vapeur d'eau à basse pression. Une mince couche de sulfate de quinine était disposée à 1 mm. au-dessous d'une paire d'électrodes distantes de 2 cm. L'une de ces électrodes était une grille permettant l'accès du rayonnement ; cette grille était reliée à un dispositif de mesures. L'autre électrode était portée à un potentiel de 200 volts.

Un tableau indique les mesures prises qui montrent que le parcours du rayonnement parait être de l'ordre du millième de millimètre dans l'air, à la pression atmosphérique.

COLLOIDES. — *M^lle S. Filitti* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur la détermination de la charge micellaire.**

On peut déterminer la charge granulaire d'un colloïde non ionisé et de poids micellaire connu, en mesurant la chute de pH produite dans le milieu dispersant par une masse donnée de corps dissous. Le degré de dispersion des colloïdes variant généralement avec la concentration, il résulte que la surface susceptible de se charger par électrisation de contact varie également.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *P. Mougnaud* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le dosage du fluor.**

L'auteur montre que si la méthode de précipitation en milieu ammoniacal est nettement à rejeter, la technique de Rose présente de sérieux inconvénients.

CHIMIE MINÉRALE. — *M^lle M. L. Delwaulle* (prés. par M. G. Urbain). — **Action de l'hydrogène sur le permanganate de potasse.**

Les résultats sont exposés au moyen d'un diagramme.

CHIMIE ORGANIQUE. — *P. Carré* et *P. Mauclère* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le chlorure du sulfite acide d'éthyle et sur les sulfites neutres d'alcoyle mixtes.**

La formation du chlorure de sulfite acide d'éthyle a été mise en évidence par les auteurs en traitant l'alcool (1 mol.) par le chlore de thionyle (1 mol.) en présence de pyridine (1 mol.) au voisinage de 0°.

La réaction :

$$SO(OC^2H^5)Cl + R.OH + Py = SO(OC^2H^5)OR + Py.HCl.$$

fournit une préparation commode des sulfites neutres d'alcoyles mixtes dont deux seulement étaient connus jusqu'à présent.

MÉTÉORITES. — *A. Lacroix.* — **Nouvelles observations sur les tectites de l'Indochine. Discussion de leur origine.**

L. FRANCHET.

GÉOGRAPHIE. — *Emm. de Margerie.* — **Les dernières feuilles de la Carte Générale Bathymétrique des Océans (Panneau du Pôle Nord).**

L'auteur indique brièvement les traits essentiels qui se dégagent de l'examen de ce panneau représentant les dernières feuilles de la deuxième édition de la *Carte générale bathymétrique des Océans*, dressée par ordre du Prince Albert I^er de Monaco.

LITHOLOGIE. — *Paul Jodot* (prés. par M. L. Cayeux). — **Sur la diffusion de la silice pendant la formation des jaspes de Corse.**

La silice prend possession de la calcite la plus pure (organisme ou cristaux), y cristallise en calcédonite α instable, qui, par la suite, se transforme en calcédonite β stable.

Si la silice n'est pas très pure, la calcédonite α donne naissance à une plage de silice isotrope.

Le calcaire est épigénisé progressivement, mais avec des retards de cristallisation dès que les impuretés se multiplient.

GÉOLOGIE. — *Conrad Kilian* (prés. par M. Ch. Jacob). — **Sur l'âge des grès à Harlania et sur l'extension du Silurien dans le Sahara oriental.**

Les grès inférieurs sont conservés en quantité plus considérable qu'on ne le supposait dans les confins Touareg-Tebou. Ces grès semblent avoir recouvert tout l'actuel pays cristallin de l'Ahaggar, avant que ne s'opère le décapage par l'érosion.

PALÉONTOLOGIE. — *Couvreur* (prés. par M. L. Cayeux). — **Comparaison des tests de Lamellibranches et de Gastropodes.**

L'analyse microscopique faite sur divers exemples actuels ou fossiles en vue de recherches pétrographiques montre que les éléments anatomiques sont les mêmes pour les deux séries et que leur disposition générale en strates régulières et périodiques est comparable.

— *Louis Dangeard* (prés. par M. L. Cayeux). — **Sur la présence de lits à Coccolithes et Coccosphères dans la série oligocène laguno lacustre de Limagne.**

Les Coccolithophoridées actuelles, minuscules algues du plancton sont considérées comme des formes essentiellement marines. Or, les échantillons trouvés dans la Limagne proviennent d'une série lagunaire. Ils permettront d'étudier les Coccolithophoridées très bien conservées qui

ont vécu dans des conditions de milieu spéciales et ont formé, par leur accumulation en quantité prodigieuse, une sorte de craie d'origine lagunaire, véritable *terre à Coccolithes* rappelant les *terres à Diatomées* signalées depuis longtemps en Auvergne.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *H. Colin* et *P. Billon* (prés. par M. Molliard). — **La potasse dans la souche de la Betterave à sucre.**

Rien ne suggère l'idée que le potassium joue un rôle particulier et direct dans l'élaboration de la réserve saccharine; rien par conséquent ne recommande l'emploi, dans la culture de la Betterave sucrière, des doses massives d'engrais potassiques préconisées par certains.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Emile Saillard* (déposée par M. P. Viala). — **Les betteraves à sucre et les mélasses (azote et raffinose).**

La quantité de sucre élaborée par semaine et par hectare pendant les mois d'août et de septembre 1930 a dépassé celles enregistrées jusqu'à maintenant : 620 kg. en 1930 contre 493 kg. pour les 10 années 1904-13 et 503 kg. pour les 10 années 1920-29.

Dans les années chaudes et sèches, les betteraves sucrières contiennent plus d'azote que dans les années humides. Les mélasses ont accusé, en 1930-1931, la plus faible teneur moyenne en azote pour 100 de matière sèche (1,95 en 1930-1931 contre 2,62 en 1911-1912).

Le raffinose, dont on constate la présence, se forme surtout pendant l'arrière-saison, à la faveur d'un temps plus froid.

ENTOMOLOGIE. — *L. Bordas* (prés. par M. Ch. Gravier). — **Anatomie comparée des ovaires de quelques Hyménoptères.**

D'une étude portant sur une quarantaine d'espèces d'Hyménoptères, il résulte que les *ovaires* sont formés d'un nombre variable de gaines ovigères dont la forme et la structure varient suivant les diverses espèces. Les deux faisceaux ovariens, soudés en avant, s'écartent ensuite, entourent l'intestin moyen et forment avec les oviductes, une sorte de collier. Les oviductes sont très courts, dilatés à leur sommet en forme de cupules ou de calice et se continuent par la cavité utérine présentant latéralement un court diverticule arrondi, la poche copulatrice et un appendice glandulaire tubuleux, la glande *annexe*.

Le nombre de gaines ovigères ou tubes ovariens est, en général, peut élevé : 6 chez les *Vespinæ*, 7 ou 8 chez *l'Eæolus*, 8 chez *Psithyrus*, 10-12 chez quelques *Tenthrédinides*, 8 chez *Pimpla*, 5 chez les *Nomada*, 4 à 6 chez *Cryus fumipennis*, 4-5 chez *l'Icheumon lineator*, 4 chez *Colpotrochia* et plusieurs *Tryphoninæ*, 4 chez les *Bombus*, *Melecta*, *Chrysis*, *Xylocopa*, *Anthophora*, 3 chez les *Polistes gallica*, *Ammophila sabulosa*, *Eumenes*, *Cerceris arenaria*, *Mellinus arvensis*, etc.

ZOOLOGIE. — *Charles Pérez* (prés. par M. F. Mesnil). — **Remplacement successif des sacs viscéraux chez les *Chlorogaster*, Rhizocéphales parasites des Pagures.**

Dans un Pagure infesté par un *Chorogaster*, quatre poussées successives au moins de sacs viscéraux sont présentes simultanément. Pour ces poussés successives, il y a continuité effective des racines thoraciques entre les divers éléments d'une même poussée simultanée arrivée à l'état adulte.

PHYSIOLOGIE. — *Jules Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Capacité vitale et ventilation pulmonaire.**

Le volume des respirations augmente à mesure que leur fréquence diminue, et alors elles sont de plus en plus profondes.

L'organisme en complet repos tend au minimum de ventilation et c'est ce qui réalisent les *petites respirations*. En outre celles-ci fournissent un minimum d'hématose, en limitant l'absorption d'oxygène.

L'auteur montre que l'expérience renforce la notion du coefficient hémopnéique, qu'il défend depuis 12 ans parce qu'elle est la loi fondamentale de la respiration.

— *Léon Binet* et *M. V. Strumga* (prés. par M. Ch. Achard) — **Pouvoir hématopoïétique du carotène.**

Chez les chiens anémiés, l'administration de carotène par la voie digestive facilite d'une façon considérable le relèvement du taux de l'hémoglobine. La quantité d'hémoglobine produite par un organisme qui subit par ailleurs des déperditions sanguines à l'aide de saignées est singulièrement accrue sous l'influence du carotène.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Jean Saidman*, *Jean Meyer* et *Roger Gahen* (prés. par M. d'Arsonval). — **Effets locaux dus aux champs électriques de très haute fréquence chez le rat.**

L'irradiation régionale augmente relativement peu la température générale. La température s'élève rapidement dans la région irradiée.

L'irradiation abdominale entraîne la mort lorsque la température profonde atteint 43°,5 et n'est pas fatale lorsque celle-ci ne dépasse pas 41°5. La lésion la plus évidente est une congestion intense avec thrombose vasculaire. La mort paraît due à une embolie.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *Boris Ephrussi* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur les facteurs limitant l'accroissement des cultures des tissus *in vitro*. Signification de l'énergie résiduelle.**

Les cultures de petite taille prolifèrent plus rapidement et parviennent avant les grandes au point d'arrêt. Les cultures présentent une réaction positive tant que leur croissance est active ; cette réaction positive devient de moins en moins intense à mesure que la croissance des cultures se ralentit et devient tout à fait négative ou moment où l'énergie résiduelle des cultures est épuisée et la croissance s'arrête.

L'épuisement des substances protéiques capables de fournir des radicaux — SH par dénaturation est réellement la cause de l'arrêt de croissance et donne une idée plus précise sur la signification de l'énergie résiduelle.

MÉDECINE. — *Delherm* et *Laquerrière* (prés. par M. d'Arsonval). — **Nouvel appareil d'électrothérapie pour la production des ondes alternatives à longue période et des courants ondulés.**

Les auteurs décrivent deux appareillages, l'un fournissant les ondes galvaniques alternatives à longues périodes, l'autre, plus simple, des ondes de même sens. Ces deux appareils peuvent d'ailleurs fonctionner soit sur le courant continu, soit sur le faradique ou le galvano-faradique.

L'appareil permet d'obtenir un réglage facile, précis et étendu de la forme de l'onde et peut contribuer à augmenter l'efficacité des traitements par électrothérapie.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *C. Levaditi*, *A. Vaisman*, *M^lles R. Schoen* et *Y. Manin* (prés. par M. Roux). **Action calcifiante du bismuth.**

Le bismuth, administré au lapin et au chien, par voie intramusculaire et à des doses toxiques, se montre pourvu de propriétés calcifiantes à l'égard de tissus tels que le muscle, siège de l'injection, et le rein.

P. GUÉRIN.

Séance du 6 juillet 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. Stoïlow.* — **Sur les valeurs des fonctions analytiques au voisinage de la frontière d'un domaine de régularité.**

— *M. Fekete* (prés. par M. Hadamard). — **Sur des suites de facteurs conservant la classe d'une série de Fourier et aussi même de certaines propriétés individuelles locales de la fonction correspondante.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *L.* et *A. Seguin* et *A. Labarthe* (prés. par M. G. Kœnigs). — **Appareil d'études des phénomènes d'infection et de combustion dans les moteurs par l'ultracinématographe.**

Cet appareil permet l'étude du phénomène d'injection de combustible dans les moteurs Diesel. Une combustion est obtenue dans les même conditions de température et de pression que pour un moteur et, dans le cas d'un Diésel, on injecte le combustible à l'intérieur de la masse d'air comburante. La cinématographie de toutes les phases du phénomène est réalisée pendant une seule opération. L'étude entreprise détermine les lois de l'injection dans l'air et, par l'emploi des gaz inertes, la pénétration des jets. Ce dispositif complété par un deuxième apparcil mesurant la forme vive des jets et permettant de déterminer les dimensions des gouttelettes de combustibles.

ACOUSTIQUE. — *Pan Tcheng Kao* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Vitesse de propagation des ondes aériennes ultrasonores.**

— **MESURES ÉLECTRIQUES.** — *Ch. Dietsch* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur une méthode de mesure des intensités élevées en courant continu.**

Le principe de la méthode repose sur ce fait que les caractéristiques (rapport de transformation, (déphasage) des transformateurs industriels servant aux mesures d'intensité des courants alternatifs sont fortement modifiés par tout changement de l'état magnétique du noyau.

TÉLÉGRAPHIE. — *Ed. Belin* (prés. par M. G. Ferrié). — **Le secret des transmissions télégraphiques et radiotélégraphiques.**

Dans cette Note l'auteur étudie deux cas : 1° avec *la machine à cryptographier*, trois opérations successives sont nécessaires : A, au départ et avant la transmission, la machine transforme l'original en un document brouillé illisible ; B, la transmission de ce document brouillé s'effectue par des appareils télautopographiques quelconques ; C, à l'arrivée, le document reçu, brouillé comme celui du départ dont il est la copie, est mis sur une machine à cryptographier, identique mais fonctionnant en sens inverse. Après développement on retrouve le document original.

2° Avec le crypto-télégraphe, le document original est placé sur l'appareil transmetteur, reçu sur l'appareil récepteur, en clair pour le destinataire et complètement brouillé pour tout tiers muni du même appareil. Pour que le secret puisse être garanti il est indispensable qu'il n'y ait aucune émission de commande d'un appareil à l'autre et qu'on ne puisse, par un procédé quelconque, déceler aucune périodicité dans la succession des fonctions mécaniques.

PHYSIQUE. — *G. Mahoux* (prés. par M. L. Guillet). — **Influence des ondes électromagnétiques sur la résistivité et la dureté des métaux et alliages.**

Le barreau, mis en expérience, soumis à l'action directe des oscillations accuse une diminution de résistivité en fonction du temps. Après deux heures d'essai environ, on note un chute brusque de la résistivité suivie d'une augmentation de cette résistivité, augmentation qui, cependant, n'atteint pas la valeur initiale. Ce phénomène se renouvelle à peu près toutes les deux heures. A la fin de l'expérience (10 heures), on constate que le passage dans le champ oscillant a diminué la résistivité.

SPECTROSCOPIE. — *Mme Châtelet-Lavollay* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les spectres d'absorption comparés de sels complexes de chrome et de cobalt trivalent.**

L'auteur a étudié la bande d'absorption dans le proche ultra-violet, par une méthode de photométrie photographique. Les résultats montrent : 1° qu'il existe entre les positions des maxima d'absorption des composés lutés, rosés et purpurés correspondants du chrome et du cobalt une différence constante égales à 120 nombres d'ondes ; 2° qu'il semble que le complexe aminé de chrome doit s'écrire [Cr (NH^3ONO)] Cl^2 et s'appeler chlorure d'isoxantho-chromamine.

RADIOACTIVITÉ. — *Mme P. Curie* et *S. Rosenblum.* — **Spectre magnétique des rayons α du dépôt actif de l'actinon.**

Sur les clichés, apparaissent trois raies dont deux intenses α et α_1 et une faible α_2. Attribuant à AcC la raie la plus intense α et AcC' la raie la plus faible α_2 on trouve pour les rapports de vitesse α

$$V\alpha_1/V\alpha = 0.973 \text{ et } V\alpha_2/V\alpha = 1.062$$

La différence énergétique $\alpha - \alpha_1$ correspondant à 352 *e* KV ; un groupe de rayons γ de cette énergie est atribué à AcC''.

— *Grégoire* (prés. par M. Perrin). — **Sur le nombre de paires d'ions produits dans l'air par un rayon α du polonium.**

Le nombre k de paire d'ions produits dans l'air par un rayon α du polonium complétement absorbé, résulte de la mesure du courant d'ionisation I produit par un faisceau de ces rayons dont on a déterminé le nombre par la mesure du courant i de charge qu'ils transportent.

Les mesures effectives ont conduit pour k à la valeur :

$$k = 2\frac{I}{i} = 1{,}53 \pm 0.02.10^5$$

ÉLECTROCHIMIE. — *C. Marie* et *N. Thon* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les phénomènes de dilatation présentés par certains dépôts électrolytiques de métaux.**

Les dépôts métalliques ont une tendance générale à se contracter ou à se dilater. Le sens et la grandeur des tensions varient avec tous les facteurs en présence (nature de la solution, acidité, nature de la cathode, état de la surface. Ces phénomènes interviennent certainement dans la pratique au point de vue de l'adhérence des dépôts et de leurs défectuosités. Les contractions provoquent les déchirures, le pelage. Il est probable que les dilatations doivent être la cause des soulèvements (cloques) observés dans d'autres cas.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Bates* (prés. par M. Le Chatelier). — **Trempe et vieillissement des aciers extra-doux.**

Dans cette Note l'auteur montre la relation, existant, dans les aciers extra-doux, entre le diagramme d'équilibre fer-carbonne et les modifications des propriétés mécaniques provoquées par le vieillissement.

— *W. Broniewski* et *J. Krol* (prés. par M. Le Chatelier). — **Sur l'écrouissage du fer.**

L'écrouissage donne un moyen puissant pour le dur-

cissement des métaux malléables. Une étude plus approfondie des phénomènes de l'écrouissage faciliterait probablement beaucoup le travail par estampage à froid, de plus en plus répandu dans l'industrie.

— *A. Michel-Lévy* et *H. Muraour* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la température de déflagration des poudres colloïdales.**

La température de déflagration des poudres est non pas de 170° comme on l'admet généralement mais voisine de 200°. Cette température de déflagration reste à peu de chose près, constante, quelle que soit la composition des poudres essayées, poudres à la nitrocellulose ou poudres à la nitroglycérine à taux variable de centralité.

— *A. Boutaric* et *J. Bouchard* (prés. par M. Matignon). — **Infuence de la lumière sur la floculation des solutions colloïdales en milieu fluorescent. Rôle des inhibiteurs colorés et de la viscosité du milieu.**

Les auteurs ont recherché si les inhibiteurs colorés ne réduiraient pas l'action photosensibilisatrice exercée par la substance fluorescente sur la floculation d'une solution colloïdale. Or, les expériences ont montré que l'éosine et l'érythrosine qui, prises séparément, ont une action photosensibilisatrice très nette sur la floculation de As^2S^3 par les électrolytes, diminuent l'action exercée par la fluorescéine.

— *M. Ballay* (prés. par M. L. Guillet). — **Sur quelques propriétés des fontes grises austénitiques.**

La structure austénitique amène des modifications importantes de certaines propriétés des fontes grises : résistance à la corrosion par certains réactifs, diminution de l'oxydabilité et augmentation de la stabilité à chaud, amagnétisme, etc. Dans cette Note l'auteur expose les recherches qu'il a effectuées pour préciser l'influence de divers éléments sur ces propriétés et en particulier le rôle du cuivre, de l'aluminium et du chrome.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *M.* et *Mme Lemarchand* (prés. par M. Le Chatelier). — **Au sujet de l'inertie chimique.**

Les auteurs ont recherché les causes de l'inertie de certains corps en présence d'autres corps, au point de vue de certaines réactions. En premier lieu, on fait admettre la formation d'un film du produit de la réaction, isolant les corps en présence ; en second lieu, on peut incriminer l'impossibilité ou la difficulté du contact par suite du phénomène suivant : le corps solide absorbe le gaz, ce qui établit le contact nécessaire à l'action chimique.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *J. J. Rutgers* (prés. par M. R. Fosse). — **Modification de la méthode de dosage de l'azote de Pregl.**

La méthode de Pregl donne satisfaction sauf dans le cas de composés nitrés à faible teneur en azote.

L'auteur a donc été amené à améliorer la méthode en augmentant la durée de passage des gaz et en offrant à ceux-ci une plus grande surface de contact avec la charge fixe du tube à combustion. On peut ainsi doser l'azote, quelle que soit sa teneur, dans tous les composés azotés.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Safourche* et *A. Portevin* (prés. par M. Le Chatelier). — **Attaque de divers alliages par les solutions phosphoriques.**

Cette étude sur l'attaque des alliages fait suite à celle effectuée précédemment sur l'attaque des métaux, (*C.R.* 192, 1921, p. 1563).

CHIMIE ORGANIQUE. — *P. Brenans* et *B. Rapilly* (prés. par M. Delépine). — **Sur le salicylate de mercure.**

— *L. Debucquet* et *L. Velluz* (prés. par M. G. Urbain). — **Combinaisons organiques sulfurées de tungstène et de molybdène.**

Les auteurs ont obtenu les combinaisons suivantes : 1° sulfures doubles de tungstème et de pipérazaine; 2° sulfure double de molybdène et de pipéridine; 3° sulfure double de molybdène et de pipérazine.

— *A. Mailhe* et *Creusot* (prés. par M. Matignon). — **Transformation de la benzine en méthane.**

La transformation de la benzine en méthane au contact du nikel divisé commence bien avant 300° ; il y a un maximum de transformation à 270-280° et à cette température il se forme une matière de nature cireuse qui, par dépôt sur le nickel, diminue son activité. Cette cire ne se produit pas à 310-320°, ce qui permet l'hydrogénation plus complète de la benzine ; le méthane passe par un second maximum. Il est possible de réactiver un nickel de 270°, souillé de cire, en le chauffant dans un courant d'hydrogène à 320-330°.

— *Ch. Dufraisse* et *M. Badoche* (prés. par M. Delépine) — **Recherches sur les oxydes organiques dissociables Sur un quatrième terme d'oxydation réductible du rubrène : le dihydroxydihydrorubrène $C^{42}H^{28}(OH)^2$.**

Ce corps se forme avec les magnésiens les plus variés, tels que méthylique, éthylique, phénylique ou naphtylique, et même, en petites quantités, avec l'iodure de magnésium.

Aiguilles incolores, retenant du solvant, assez solubles dans le benzène chaud et le sulfure de carbone, peu solubles dans l'éther .

MÉTÉOROLOGIE. — *Caulle* et *Idrac* (prés. par M. Maurain). — **Sur les phénomènes des puits souffleurs du pays de Caux.**

Il s'agit de ces puits d'extraction de la marne qui présentent la curieuse particularité de souffler ou d'aspirer de l'air, suivant les circonstances atmosphériques. Il semble qu'il faille chercher l'explication du phénomène dans la porosité de la craie où est creusé le puits et l'imperméabilité de la couche argileuse qui la recouvre. Le puits serait en communication avec les canaux capillaires de la craie se prolongeant dans un volume de 6.000.000 de mètres cubes de terrain.

L. Franchet.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Henri Lagatu* et *Louis Maume*. — **Variation des rapports physiologiques entre les constituants minéraux d'une espèce végétale.**

En ce qui concerne les teneurs de la matière sèche en azote, potasse et chaux, les feuilles du sommet des rameaux ont, comme les premières feuilles et jusqu'à la fin de la végétation, une composition variable avec la nature du milieu chimique.

Il n'y a pas de constance spécifique des rapports physiologiques, mais une grande variabilité de ces rapports. La composition minérale d'une espèce végétale semble ne pouvoir être définie qu'en relation avec le mode et l'ampleur de son développement.

BOTANIQUE. — *A. Guilliermond* (prés. par M. Molliard). — **Sur le mode de formation des pigments anthocyaniques dans la fleur d'*Iris germanica*.**

Les pigments anthocyaniques de la fleur d'*I. germanica* sont précédés de la production d'oxyflavonols : ceux-ci, au cours du développement de la fleur, peuvent selon les

cellules, ou bien rester à l'état d'oxyflavonols ou se transformer en pigments anthocyaniques. Il semble cependant que dans les vésicules brunes, le pigment s'édifie en partie de toutes pièces. Enfin les oxyflavonols et les pigments anthocyaniques peuvent être absorbés par des corps colloïdaux de nature inconnue.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Léon Binet* et *J. Magrou* (prés. par M. F. Mesnil). — **Soufre et croissance.**

Le pouvoir activant de l'hyposulfite de soude sur la croissance se trouve nettement démontré dans les cas du Cresson alénois et du têtard. Les têtards, soumis à l'hyposulfite de soude, se métamorphosent beaucoup plus vite que les témoins (1 gr., 2 gr. pour 1.000). L'apparition progressive des pattes, la régression de la queue sont beaucoup plus précoces chez les animaux traités.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *C. Levaditi, J. Bardet, A. Tchakirian* et *A. Vaisman* (prés. par M. G. Urbain). — **La répartition du gallium dans l'organisme.**

Le gallium persiste dans l'organisme au moins pendant 69 jours après l'injection. Il se comporte comme le bismuth, le tellure, le mercure et d'autres métaux, en ce qui concerne son accumulation dans le rein. Il semble que le foie soit un réservoir de gallium, lequel peut être présent également dans le sang et aussi, quoique très rarement, dans le cerveau.

Du point de vue de sa répartition dans le sang et les tissus, le gallium se comporte comme le bismuth, le tellure et le mercure.

MÉDECINE. — *Bordier* (prés. par M. d'Arsonval). — **Action remarquable de la d'Arsonvalisation diathermique à distance.**

L'auteur a eu l'idée de faire agir le courant de diathermie dans un cas d'obstruction complète de l'œsophage chez un homme qui, par mégarde, avait absorbé une solution de potasse caustique. L'amélioration, survenue au bout de quatre jours, est certainement le résultat de l'hypérémie et de l'échauffement diathermique qui ont modifié les tissus lésés par la potasse. La nutrition de la région obstruée n'a pas tardé à devenir plus active et à favoriser la résorption de l'escare produite sur la muqueuse œsophagienne

P. Guérin.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. A. Michelson, Associé étranger, Professeur à l'Université de Chicago, est mort le mois dernier à l'âge de 80 ans.

Né à Posen, il étudia à Heidelberg et à Paris, puis débuta dans la marine américaine qu'il quitta peu après pour devenir Professeur à l'Université de Chicago. Il laisse une œuvre considérable et de la plus haute importance sur l'Optique, l'Astronomie et la Géophysique. Il avait obtenu le Prix Nobel en 1907.

Nommé Correspondant de l'Académie le 9 avril 1900, il devint Associé étranger le 23 février 1920.

— M. Lacroix, Secrétaire perpétuel, a été désigné pour représenter l'Académie dans le Comité qui se forme à Montbéliard pour célébrer en 1932 l'anniversaire de la mort de Cuvier.

Observatoires. — M. Lagrula est nommé Directeur de l'Observatoire d'Alger, en remplacement de M. Gonessiat, admis à la retraite.

— *Besançon.* — Le 36e Concours chronométrique qui vient d'avoir lieu est le premier où la nouvelle Coupe chronométrique de l'Observatoire est la plus haute récompense.

La situation chronométrique est cette année (1930-1931), meilleure que l'année précédente : 293 dépôts au lieu de 253, et 165 bulletins au lieu de 129. Le nombre des échecs est à peine supérieur à celui de l'an dernier (108 au lieu de 102).

Les résultats sont encourageants : le chronomètre qui arrive en tête obtient 247 points au lieu de 235, et 55 médailles ont été méritées; 47 ont été délivrées contre 31 l'an dernier, 8 chronomètres n'ayant pas pris part au Concours.

Ecole supérieure des P.T.T. — *Concours.* — Un concours pour l'admission de six élèves ingénieurs à l'Ecole supérieure des P.T.T., sera ouvert à Paris le 21 septembre 1931.

Peuvent y prendre part, les jeunes gens ayant satisfait aux obligations de la loi militaire et âgés de plus de 26 ans au 1er janvier 1931.

Pendant la durée des études (fixée à deux ans), les élèves ingénieurs reçoivent un traitement de 13.000 fr. Ceux qui satisfont aux examens de sortie des cours sont ensuite nommés ingénieurs ordinaires (traitement de début 22.000 et traitement maximum 42.000). Les ingénieurs ordinaires ont accès au grade d'ingénieur en chef (traitement de début 50.000, traitement maximum 60.000).

En dehors des indemnités de résidence (2.240 fr. à Paris) et des indemnités pour charges de famille, les ingénieurs des P.T.T. chargés de travaux spéciaux ou importants reçoivent une indemnité pouvant atteindre 15.000 francs.

Les candidats trouveront tous autres renseignements à la Direction des P.T.T. de leur département (à Paris, 93, boulevard du Montparnasse) ou à la Direction de l'Ecole supérieure des P.T.T., 20, rue Las Cases, à Paris. Les demandes d'admission à concourir devront parvenir aux Directeurs départementaux avant le 22 août 1931 au soir.

Congrès international de la protection des savants et des chercheurs désintéressés. — Le Congrès tiendra ses séances à l'Exposition Coloniale internationale les 10, 11 et 12 septembre 1931. Il a pour but :

1° D'organiser une croisade mondiale pour la défense de la haute culture et des valeurs spirituelles, ainsi que des intérêts moraux et matériels des savants et des chercheurs, sur les inventions et découvertes desquels repose le monde moderne.

2° De créer à Paris un organisme permanent et un centre de réunion (Maison Internationale de la Science), pour la défense de ces intérêts.

Les amis des savants et des chercheurs, désireux de collaborer à cette œuvre de salut public mondial, sont priés de vouloir bien se grouper en sections nationales et régionales du Congrès international, qui seront chargées :

1° D'organiser dans leurs pays respectifs l'enquête mondiale sur les besoins des savants et de la Science, qui servira de base aux travaux du Congrès.

2° De susciter dans la plus large mesure du possible des communications de savants, techniciens ou amis des savants et des chercheurs de leurs pays respectifs, de centraliser ces communications et de les classer.

3° De recruter des membres adhérents parmi les per-

sonnalités susceptibles de s'intéresser aux travaux du Congrès.

4° De faire avec le concours de la presse et du corps enseignant, et par des Congrès nationaux, des conférences, etc., une active propagande en faveur de l'œuvre du Congrès international.

Les adhésions doivent être adressées, le plus tôt possible, à M. Jean Pélissier, Président du Comité d'organisation et de direction du Congrès, Commissariat Général du Congrès, 14, boulevard des Capucines, Paris.

Congrès international de Géographie. — Conformément à la décision de l'Union géographique internationale, réunie à Cambridge en juillet 1928, le Congrès international de Géographie se tiendra à Paris du 16 au 24 septembre 1931.

Pour être inscrit comme Membre du Congrès, il faut appartenir à une Société de Géographie ou à une Institution ou Service dont l'activité intéresse la Géographie. Le droit d'inscription est fixé à 125 francs.

Le siège du Congrès et secrétariat à l'Institut de Géographie de l'Université de Paris, 191, rue Saint-Jacques, Paris (5e).

Congrès préhistorique de France. — Ce Congrès se tiendra à Nîmes et à Avignon du 4 au 12 septembre 1931.

Pour tous renseignements s'adresser à M. Bossavy, secrétaire général, 15, avenue de Paris, à Versailles.

Institution d'un Comité technique du froid. — Il est institué auprès du Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts un Comité technique du froid, chargé de l'étude et de l'examen de toutes les questions techniques concernant les moyens de production et d'utilisation du froid sous toutes ses formes.

Ce Comité est également chargé de la direction et du contrôle des expériences et essais effectués dans la station expérimentale du froid, réalisé par l'Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions.

Il est rattaché audit Office.

Le Comité technique du froid est composé ainsi qu'il suit :

Le sous-secrétaire d'Etat de l'économie nationale et de la présidence du Conseil, président;

Le directeur de l'Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions, vice-président;

Un délégué du sous-secrétariat d'Etat de l'économie nationale et de la présidence du Conseil;

Un délégué du Ministre de l'Instruction publique;

Un délégué du Ministre de l'Agriculture;

Un délégué du Ministre de la Guerre;

Un délégué du Ministre de la Marine;

Un délégué du Ministre de la Marine Marchande;

Un délégué du Ministre des Colonies;

Un délégué du Ministre des Travaux publics;

Un délégué du Ministre de la Santé publique;

Un délégué du Ministre de l'Intérieur;

Un délégué du Ministre des Finances;

Le chef des Services techniques de l'Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions;

Les présidents des Comités techniques de biologie, d'hygiène, de chimie, de génie et marine et de physique de cet Office;

Un délégué du Conseil supérieur de la défense nationale;

Un délégué du Conseil national économique;

Un délégué de l'Académie de Médecine;

Un délégué de l'Office des pêches maritimes;

Un délégué de l'Office des pêches coloniales;

Un délégué de l'Institut international du froid;

Deux délégués de l'Association française du froid;

Deux délégués du Syndicat général de l'industrie frigorifique;

Un délégué des Chambres syndicales de l'entreposage frigorifique, des transports frigorifiques, des fabricants de glace, de constructeurs de matériel frigorifique français, des fabricants d'isolants;

Un délégué du Comité des produits frigorifiques;

Un délégué de l'œuvre des arts ménagers.

Concours international de l'Aluminium. — Le concours, que nous avions annoncé, institué par les producteurs européens d'aluminium et ouvert aux techniciens du monde entier, a terminé ses travaux. Il a été décerné 1° un prix de 25.000 francs à M. C. Szmukler, pour son mémoire sur « L'emploi de l'aluminium dans la mégisserie et la tannerie »; 2° un prix de 25.000 francs qui a été partagé par moitié entre M. H. Hampel (Allemagne) et M. de Haes (Belgique) pour deux études relatives à l'emploi de l'aluminium dans les radiateurs de chauffage central.

Le prix facultatif de 50.000 francs n'a pu être décerné, le Jury ayant estimé qu'aucun mémoire ne présentait le caractère d'importance exceptionnelle et de nouveauté qui en eut justifié l'octroi.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté de Pharmacie.* — M. le Professeur Guérin vient d'être nommé Doyen, et prendra ses fonctions le 1er octobre 1931.

Conservatoire national des Arts et Métiers. — *Institut de technique sanitaire et hygiène des industries. — Année scolaire* 1931-1932. — L'enseignement théorique donné dans les conférences est complété par un enseignement pratique : manipulations, visites d'installations sanitaires, examens de dispositifs d'assainissement et rédactions de projets.

L'enseignement de l'Institut de Technique sanitaire est gratuit. Sa durée est d'environ 3 mois. La scolarité peut être répartie sur deux années.

La plupart des conférences et démonstrations ont lieu le soir, de 20 h. à 22 h.; les visites, manipulations et seulement quelques cours ont lieu dans la journée, ou le soir, à partir de 17 heures.

Les élèves régulièrement inscrits, qui satisfont à l'examen final, reçoivent un diplôme d'Etat : *Brevet de Technicien sanitaire*, délivré par le Conservatoire.

Des auditeurs libres, non candidats au Brevet de Technicien sanitaire, sont admis aux cours, sur demande adressée à M. le Directeur du Conservatoire; il peut leur être délivré un certificat d'assiduité.

Les demandes d'inscription doivent être adressées, verbalement ou par écrit au Secrétariat du Conservatoire National des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris (3e), le plus tôt possible, et au plus tard avant le 1er novembre. Le nombre des places étant limité, les inscriptions sont enregistrées par priorité, selon l'ordre chronologique de réception.

Pour tous autres renseignements, adresser une demande écrite au Directeur ou consulter le programme de l'Institut, édité par la Librairie Vuibert, 63, boulevard Saint-Germain, Paris (5e); un exemplaire de ce programme est à la disposition des intéressés au Conservatoire National des Arts et Métiers.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les principes de la Méthode statistique, par Lucien March. In-8° de 808+XII pages avec figures, tableaux et graphiques. Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 125 fr.

Cet ouvrage présente sous une forme accessible les rouages essentiels de la méthode statistique. Toujours soucieux de la précision, l'auteur introduit l'appareil mathématique en y acclimatant progressivement le lecteur de la manière la plus éducative et la plus stimulante. Il parvient de la sorte à intéresser des classes d'étudiants extrêmement étendues. Félicitons-le d'avoir su rendre universellement palpables ces lois de régularité, constatées d'après l'expérience des choses, et qui sont à la base de toute prévision. Il diffuse ainsi, de la manière la plus heureuse, l'esprit de la méthode statistique. G. Bouligand.

Leçons sur le Calcul vectoriel, par T.-A. Ramos. In-8° de 120 pages. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

Cet ouvrage, excellemment présenté, se recommande par la clarté et le caractère précis et rigoureux de son exposition. Si les notations adoptées sont celles de MM. Burali-Forti, Marcolongo et Boggio, l'ouvrage, par son esprit, est éminemment français, comme en témoignent les nombreuses références au traité d'Analyse de M. Hadamard. Le calcul vectoriel proprement dit, avec ses applications à la géométrie infinitésimale et à la Physique, fait l'objet des deux premiers chapitres. Le troisième est consacré au Calcul tensoriel, dont il donne en peu de pages les rouages les plus essentiels. G. Bouligand.

Leçons sur la représentation conforme des aires simplement connexes, par Gaston Julia, professeur à la Sorbonne. Fasc. VII des Cahiers scientifiques. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Après des préliminaires sur la topologie du plan (domaines, courbes de Jordan), ce volume étudie les transformations conformes réalisées par les substitutions linéaires. Puis, en recourant à la méthode de M. Carathéodory simplifiée par M. Lindelöf, on y démontre en pleine généralité l'existence de la représentation conforme sur le cercle unité de toute aire plane simplement connexe ayant plus d'un point frontière. A la suite de l'examen des propriétés géométriques de la fonction f (z) donnant cette représentation, l'exposé se termine sur des problèmes d'extremum en dépendance de cette théorie. L'unité et le caractère séduisant de la rédaction à laquelle MM. Brelot, Harmegnies, R. Julia et Simonart ont inégalement participé témoignent de l'ascendant profond exercé par le Maître sur ses auditeurs. G. Bouligand.

La mesure des rayons de courbure des surfaces sphériques employées en optique, par Albert Arnulf. In-8° de 178 pages avec 85 figures. (Editions de la *Revue d'Optique, théorique et instrumentale*, Paris, 1930.

Dans un grand nombre de problèmes d'optique pratique, on a besoin de mesurer les rayons de courbure de surfaces sphériques. M. Arnulf fait un exposé critique des méthodes utilisées à cet effet : méthodes utilisant les appareils à contact dont le plus ancien est le sphéromètre à pointes; méthodes basées sur l'observation des points de contact de la sphère avec un solide invariable; méthode des anneaux d'interférence fournis par réflexion en lumière mono-chromatique; méthode des pointés optiques consistant à évaluer la distance du centre à un point quelconque de la surface, chacun de ces points étant défini par un pointé optique.

Comme l'écrit M. Ch. Fabry dans la préface qu'il a consacrée à l'ouvrage : « Sur un problème bien défini et de grande importance pratique, l'ouvrage de M. Arnulf donne un exposé complet des diverses méthodes, une discussion serrée de leur précision, et de leur meilleur mode d'emploi, une description précise et complète des appareils. Son livre rendra les plus grands services aux praticiens de l'Optique qui veulent être vraiment des maîtres de leur art. » A. Bc.

Probabilités et Statistiques, par R. de Montessus de Ballore (Leçons professées à l'Office National Météorologique. In-8° de 210 pages avec figures, Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 60 francs.

Les problèmes fondamentaux, dans les applications du calcul des probabilités à la statistique, comportent, comme il est bien connu, des calculs de factorielles. Le mérite principal de l'Auteur est d'avoir élargi notablement leur champ de validité, comme en témoignent de nombreux exemples tirés de l'Astronomie, la Démographie, l'Histoire naturelle, la Météorologie. Le grand attrait didactique de l'exposé contribue à rendre très accessibles ces perfectionnements, et l'on peut suivre avec facilité les principes actuellement posés. Les types de calcul choisis montrent nettement dans quelle voie statisticiens et actuaires doivent les appliquer. G. Bouligand.

Differential rechnung, par M. le Professeur Dr Witting (*Collection Goschen*). Vol. 87, 191 pages, 94 figures. Walter de Gruyter, Berlin, Leipzig, 1931. — Prix : R.M. 1,80.

En dix chapitres, cet excellent petit volume initie avec simplicité et précision aux notions générales sur les fonctions, les différences, les dérivées et différentielles du premier ordre et des ordres supérieurs, pour atteindre la formule de Taylor, les extrema des fonctions, leurs développements en série. Il les applique à la géométrie différentielle des courbes, voire même à celle des surfaces et montre aussi la fécondité du calcul différentiel dans le champ des sciences naturelles. Les nombreux exemples du texte font l'exposé très éducatif. Le caractère élémentaire n'en exclut pas des notions comme celle des points d'accumulation, de la convergence uniforme, dont l'analyse ne peut plus se passer. La place qu'elles occupent ici, sans alourdir l'ensemble, témoigne du talent de l'auteur et de l'orientation moderne de son enseignement.

G. Bouligand.

Exercices de mécanique, par MM. G. Julia, professeur d'Analyse et H. Beghin, Maître de Conférences de Mécanique des Fluides à la Sorbonne. Tome I. Fasc. 2. In-8° de 250 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris 1931. — Prix : 60 francs.

Nous avons analysé ici-même le premier fascicule et avons déjà attiré l'attention du lecteur sur l'heureuse disposition consistant à rapprocher, dans le tome I, les théorèmes fondamentaux des exercices qui en sont proposés comme applications directes : il nous suffit donc d'indiquer les matières des six chapitres formant le présent recueil. Les voici respectivement :

VII. — Loi fondamentale de la Mécanique. — Actions de contact. — Changement de système de référence. — Mécanique terrestre.

VIII. — Généralités sur la résolution des problèmes de Mécanique. — Théorèmes généraux.

IX. — Travail et puissance.

X. — Travail virtuel. — Force vive.
XI. — Chocs et percussions.
XII. — Equations de Lagrange. — Applications aux chocs et percussions. G. BOULIGAND.

The physical principles of the quantum theory, par WERNER HEISENBERG. In-12 de 188 pages à Cambridge. University Press. — Prix : 8/6 sh.

M. Heisenberg, l'un des physiciens qui ont le plus contribué à la création et au développement de la mécanique ondulatoire, publie cinq conférences qu'il a données, en 1929, à l'Université de Chicago sur l'état actuel de la théorie des quanta. Il a envisagé son sujet d'un point de vue surtout physique, rassemblant dans un appendice les développements mathématiques qui se rapportent aux questions traitées.

Un chapitre d'introduction rappelle les principes de la théorie des quanta et décrit les expériences relatives aux phénomènes de diffraction et de choc des corpuscules et des ondes dont elle fournit une interprétation simple. Le Chapitre II est une critique de la conception physique de la notion de corpuscule montrant l'incertitude fondamentale que présente la détermination de la position et de la quantité de mouvement d'un corpuscule. Le Chapitre III constitue une critique parallèle de la notion physique d'onde où l'auteur discute notamment les opérations relatives à la mesure réelle d'un champ magnétique. Le Chapitre IV expose l'interprétation statistique de la théorie des quanta dans laquelle disparaissent les difficultés des conceptions antérieures. Dans le Chapitre V, l'auteur discute du point de vue précédent les nombreuses expériences dans l'interprétation desquelles intervient la théorie des quanta. A. Bc.

Le problème de l'affinité chimique et l'atomistique, par CH. BRUNOLD. In-12 de 114 pages. Masson éditeur, Paris 1930. — Prix : 20 francs.

Un grand nombre de théories ont été émises pour interpréter la valence et l'affinité chimiques. Celles qui sont aujourd'hui le plus en faveur et qui semblent s'adapter le mieux, du moins qualitativement, aux faits expérimentaux font intervenir des actions électriques et peuvent être considérées comme se rattachant plus ou moins directement à la conception dite électro-chimique de Berzélius.

Après une introduction destinée à rappeler l'origine de la conception de l'affinité au XVIIIe siècle et après quelques généralités sur l'atomistique, la classification de Mendelejeff et le modèle d'atome de Rutherford-Bohr, M. Brunold expose le principe des diverses théories électriques de l'affinité qui se sont développées au cours des vingt dernières années : théories de Kossel, de Lewis, de Langmuir, de J.-J. Thomson et de Born. Il insiste sur l'intérêt que présentent les tentatives, faites pour rattacher les conceptions chimiques à la physique, sans qu'on puisse affirmer si ce rattachement pourra un jour se faire d'une manière complète et définitive.

L'ouvrage repose sur des connaissances très sûres des doctrines atomistiques actuelles ; il est écrit d'un point de vue critique et philosophique et, à ce titre, il mérite d'intéresser un large public. A. Bc.

Données numériques sur les colloïdes et l'adsorption, par G. GÉNIN. Un vol. in-4° de XIX-54 pages. (Extrait des *Tables Annuelles de Constantes et données numériques*). Gauthier-Villars, éditeurs, Paris 1930.

Il est presque inutile de souligner l'intérêt que présentent, pour les chercheurs, les précieuses *Tables Annuelles de constantes et données numériques*, publiées sous la direction de M. Charles Marie. Les éditeurs de cette collection ont eu l'heureuse idée de publier à part, sous forme de volumes très maniables et d'un petit nombre de pages, les données numériques relatives à divers chapitres de la physique et de la physico-chimie. C'est ainsi que vient de paraître un volume consacré aux colloïdes et à l'adsorption, qui donne les données numériques publiées sur ces questions en 1925-26.

Collationnées avec beaucoup de soin par un physico-chimiste spécialisé dans l'étude des colloïdes et de l'adsorption, ces tables seront très utiles à tous ceux qui s'intéressent à ces questions. A. Bc.

Travaux pratiques de physique médicale, par S. TURCHINI. In-12 de 116 pages avec 52 figures. Masson, éditeur. Paris 1930. — Prix : 14 francs.

Le recueil de manipulations de physique médicale de M. Turchini constitue un guide excellent pour initier l'étudiant en médecine aux quelques techniques de physique qui peuvent lui être utiles plus tard dans la pratique de son art. L'auteur décrit un certain nombre de ces techniques empruntées principalement au domaine de l'électricité et de l'optique. C'est ainsi que l'on trouvera exposées sous forme claire les mesures les plus importantes concernant les rayons X, l'électrodiagnostic, les courants de haute fréquence, la mesure de la pression artérielle, la cryoscopie, l'ultramicroscope, le métabolisme basal, l'acuité visuelle, l'étude de la vision et des lentilles servant de verre correcteur, etc. A. Bc.

Les asphyxies accidentelles : *Submersion, électrocution, intoxication oxycarbonique*. Etude clinique, thérapeutique et préventive, par le Dr G. COT, médecin lieut.-colonel. In-8° de 414 pages, avec schémas et photographies. M. Maloine, éditeur, Paris.

Les accidents par submersion, électrocution, intoxication oxycarbonique sont monnaie courante des faits-divers quotidiens. Les suites graves, trop souvent mortelles qu'ils comportent doivent faire regretter que l'éducation du public ne soit pas plus complète car, en ces circonstances où les secondes comptent, le geste éclairé d'un sauveteur peut, contre toute apparence parfois, sauver une vie que l'on croyait perdue.

Les données scientifiques, les indications thérapeutiques, le traitement d'urgence, autant de chapitres jusqu'ici épars dans divers ouvrages de Médecine Légale ou d'Hygiène selon l'angle sous lequel était envisagée la question : il faut savoir gré au Dr Cot, que sa grande expérience du sujet désignait particulièrement, d'avoir, avec ses collaborateurs, rassemblé dans cet ouvrage, en une série de chapitres très clairement exposés, outre les données déjà acquises, un certain nombre de vues personnelles du plus grand intérêt et d'avoir posé les bases d'une thérapeutique rationnelle dont les résultats font la preuve qu'elle est efficace.

Quelle qu'en soit la cause initiale, et à quelques variantes près, la mort, dans les asphyxies accidentelles, n'est au début qu'apparente : ce sont les troubles du « cœur périphérique » qui commencent dans tous les cas, entraînant par encombrement veineux et capillaire un blocage de la circulation surtout accusé au niveau de l'encéphale et du poumon. Ces troubles sont en relation avec un déséquilibre vago-sympathique et avec des modifications physico-chimiques du milieu sanguin. Secondairement, si cet état se prolonge, se produisent la dilatation du cœur droit et l'asystolie finale avec ou sans œdème pulmonaire.

Le traitement d'urgence doit donc chercher à rétablir le

plus rapidement possible la circulation ; plusieurs moyens sont utilisables et leur combinaison est la meilleure garantie de succès. La respiration artificielle est heureusement améliorée et rendue plus correcte par l'emploi d'appareils spéciaux et notamment celui de l'auteur qui assure une mobilisation parfaite de la cage thoracique et surtout permet de disposer l'accidenté tête haute ou tête basse selon qu'il s'agit de l'asphyxié bleu ou du syncopé blanc.

On connaît assez les véritables résurrections obtenues par cette méthode ; mais son efficacité n'est pas absolue et deux autres procédés doivent être mis concurrement en œuvre : l'inhalation d'oxygène ou mieux de carbogène (mélange d'oxygène et de gaz carbonique de 4 à 5 o/o) que l'on peut encore, si l'instrumentation le permet, injecter directement sous la peau et même dans les vaisseaux grâce à une seringue imaginée par l'auteur et qui rend possible le brassage préalable du sang retiré de la veine avec l'oxygène ou le carbogène avant sa réinjection. Enfin, et en ceci réside une nouveauté intéressante, la saignée systématiquement pratiquée a toujours donné d'excellents résultats.

Cette thérapeutique a naturellement d'autant plus de chances d'être efficace qu'elle est instituée plus tôt et plus activement. Aussi doit-elle être connue de tous ceux que le hasard ou les circonstances placent au voisinage du sinistré dès les premières minutes de l'accident, leurs gestes pouvant avoir avant l'arrivée du médecin ou du personnel spécialisé une influence décisive sur le cours des événements.

C'est d'ailleurs la nécessité qui s'impose de créer des équipes de sauveteurs, organisées en postes de secours fixes et mobiles munis de tout le matériel propre à lutter contre telle ou telle forme d'accident et possédant une instruction solide sur leur mission.

Quand on voit d'une part la fréquence de ces accidents et l'incompréhension dont bien souvent ont fait preuve les personnes présentes et d'autre part, les splendides résultats obtenus par un personnel à la hauteur de sa tâche et très averti du rôle à jouer (le cas par exemple du foudroyé d'Auteuil ranimé après une demi-heure d'efforts grâce à la respiration artificielle et à la saignée) on se convainct vite de l'impérieuse nécessité non seulement de faire l'éducation du public mais encore et surtout, de constituer dans les grandes agglomérations et partout où cela est indiqué des postes de sauveteurs.

Dr Didiée.

Madagascar, Colonie Française, 1896-1930, par André You, Directeur honoraire au Ministère des Colonies, ancien Conseil d'Etat, Membre du Conseil supérieur des Colonies, avec le concours de G. Gayet, Inspecteur des Colonies. Préface de M. le Maréchal Lyautey. In-8° de 572 pages et trois cartes. Société d'Editions Géographiques, Maritimes et Coloniales, 184, boulevard Saint-Germain, à Paris (6e). — Prix : 45 francs.

Cet ouvrage encyclopédique sur Madagascar donne une vue d'ensemble de la Géographie et de l'Histoire de cette colonie, de l'œuvre qui y a été accomplie par la France, de sa législation et de son organisation politique, administrative, financière, sociale et économique, avec références aux textes officiels parus jusqu'au début de 1931.

Madagascar, Colonie française, contient des exposés complets de tous les problèmes d'ordre général ou d'ordre particulier qui touchent à la défense des intérêts français dans l'Océan Indien et à la colonisation par la libre collaboration des Européens et des Indigènes dans les pays qui forment le Gouvernement général, où l'absence de voisins immédiats nous a laissé pleine liberté d'action conforme à notre génie d'expansion.

Les solutions pratiques de ces problèmes sont indiquées au lecteur, qui peut acquérir promptement une connaissance résumée de tout ce qui concerne à l'heure actuelle ces pays, leurs habitants, leurs aspirations et leur avenir.

Ouvrage didactique, mis à la portée de tous, il est aussi bien le guide sûr de l'homme de science que de l'homme du monde, de l'administrateur et du colon. Il doit avoir sa place dans les bibliothèques, sur la table des fonctionnaires et dans la main de l'étudiant. C'est un livre qui mérite d'être « décoré d'une sorte de médaille coloniale », dit dans une préface magistrale le Maréchal Lyautey, le plus éminent et le plus populaire di nos colonisateurs contemporains. S. R.

Géographie générale des Mers, par Camille Vallaux. In-8° de 800 pages, nombreuses figures, cartes et croquis. Alcan, éditeur, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e).

Nous pensons devoir annoncer cet important ouvrage qui paraîtra en 1933, mais auquel on peut souscrire dès maintenant. Prix prévu approximativement : 100 francs.

M. Camille Vallaux y travaille depuis de nombreuses années. Il y a été préparé par son enseignement à l'Ecole navale, par ses voyages à bord des bâtiments annexes de cette Ecole, et par plusieurs séjours prolongés à la bibliothèque et au Musée de l'Institut océanographique de Monaco. L'auteur n'adopte pas le cadre des traités d'océanographie existants, dont plusieurs sont excellents et n'ont que le tort de vieillir un peu vite dans un domaine où les faits nouveaux se succèdent sans arrêt. L'auteur se place au point de vue de la Géographie générale, qui est plus étendu et où sont incluses les données acquises par l'Océanographie physique et biologique, ainsi que les problèmes posés par ces deux sciences. Le plan d'ensemble est le suivant. Après une introduction historique sur *l'exploration scientifique de la mer*, la première partie du livre étudie *le domaine des mers et les cycles des eaux*. Vient ensuite la description des Océans et des mers, dont voici l'ordre et les grandes divisions : *Océan Austral, Océan Pacifique, Océan Indien, Océan Atlantique, mers glacées, mers secondaires*. Une dernière partie, intitulée simplement *La mer*, tente une synthèse générale des faits précédemment exposés ; cette synthèse détermine successivement les caractères de la mer comme *milieu cosmique* (relations astronomiques, marées, etc.), comme *milieu physico-chimique* (élaboration et transformations océaniques de la matière, rôle de l'oxygène, de l'acide carbonique, etc.), comme *milieu vivant* (biologie générale de la mer) et enfin comme *milieu humain* (adaptations maritimes diverses des sociétés humaines). S. R.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 16 — 69e ANNÉE — 22 AOUT 1931

CLAUDE BERNARD ET LE COLLÈGE DE FRANCE [1]

par Hyacinthe VINCENT

Professeur au Collège de France
Membre de l'Institut (Académie des Sciences) et de l'Académie de Médecine

Messieurs,

Au cours du siècle dernier, parmi la pléiade des grands savants qui ont professé au Collège de France, trois hommes illustres ont plus particulièrement apporté à son enseignement scientifique un éclat incomparable : un Médecin qui fut un précurseur dans le domaine clinique, LAËNNEC ; un Physiologiste, d'une géniale puissance de pénétration, Claude BERNARD ; enfin, un chimiste, Marcelin BERTHELOT, dont les découvertes ont révolutionné la Chimie synthétique. Si l'on voulait définir la place qu'occupe le Collège de France dans l'évolution de la Science moderne et de la pensée humaine, il suffirait, presque, de synthétiser les travaux de ces savants. J'ai eu, un instant, la pensée de le faire, mais j'ai dû renoncer à ce projet trop vaste. Il m'a paru préférable de limiter cette étude à l'un de ces savants et de rappeler ce que furent sa vie et son œuvre de laboratoire. Aussi bien, est-il peu d'exemples qui soient plus dignes d'admiration que la lutte victorieuse soutenue par Claude Bernard pour la science et pour la vérité : il est le fondateur de la Physiologie.

Au moment où Claude Bernard commença ses recherches expérimentales, la Physiologie était considérée comme une branche très secondaire de la Médecine — moins encore, comme une simple annexe de l'Anatomie. On l'envisageait surtout dans son rôle mécanique et dynamique. Les attributions des grands viscères, en particulier du foie, étaient ignorées. Les échanges intimes qui président à l'activité propre des tissus, le mécanisme des sécrétions glandulaires, les lois d'interaction réciproque des éléments cellulaires, la physiologie du système nerveux et de la circulation sanguine, les réactions physico-chimiques qui régissent, en dernière analyse, l'ensemble des fonctions de la vie, aucune de ces notions, assurément très complexes, n'était encore étudiée ni même soupçonnée. L'interprétation des phénomènes biologiques se ramenait à un certain nombre de principes, d'ailleurs discutés, dans lesquels le vitalisme prenait figure d'ultime raison — doctrine que Claude Bernard critiquait sans ménagements : « On constate, disait-il, qu'une glande sécrète, qu'un muscle se contracte : le problème paraît résolu. On n'en demande pas l'explication ; on a un mot pour tout : c'est le résultat de la vie. »

Ce n'est pas à dire que la Physiologie ne fût pas représentée à cette époque par des hommes ayant acquis un renom mérité, par Magendie, notamment. Mais jusqu'alors, aucun n'avait su

(1) Conférence faite au Collège de France le 18 juin 1931, à l'occasion de l'inaéguration des cérémonies officielles du *Quatrième Centenaire du Collège de France*.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

la libérer des entraves ou des incertitudes qui emprisonnaient son essor. Il fallait l'affranchir de ces inconnues, donner à la Physiologie des bases scientifiques précises, et en édifier les lois sur les résultats solides fournis par la méthode expérimentale. Ce fut l'œuvre de Claude Bernard.

« Il a fait de la Physiologie, a dit Dastre, une science indépendante... Il a accompli une révolution dont les générations nouvelles ne se doutent pas, parce que les résultats en sont si bien acquis qu'ils font, en quelque sorte, partie de notre mentalité. » Claude Bernard est, aujourd'hui encore, l'inspirateur toujours présent de ceux qui se consacrent aux études biologiques.

C'est au Collège de France, où il a professé pendant plus de vingt ans, que s'est surtout écoulée son existence de laboratoire et qu'il a fait la plupart de ses découvertes. Il m'a donc paru qu'à l'occasion de la date solennelle qui commémore le quatrième centenaire du Collège de France, il convenait d'évoquer, dans ses traits principaux, l'œuvre grandiose de Claude Bernard.

La Maison qui nous réunit aujourd'hui est un foyer de rayonnement moral et scientifique. Elle s'honore de sa lignée de grands savants. Dans tous les domaines : philosophie, histoire, philologie, archéologie, épigraphie, littérature, sociologie, etc., aussi bien que dans les diverses disciplines de la Science pure, ses savants ont apporté le tribut imposant de leurs travaux et de leurs découvertes. Ils témoignent, en définitive, que, malgré son âge vénérable, le Collège de France n'a pas de rides...

*
* *

Claude Bernard naquit le 12 juillet 1813, à Saint-Julien, près de Villefranche, en Beaujolais, dans une maison de vignerons où sa mère lui fit donner une excellente instruction. Jusqu'à la fin de ses jours, il retournera souvent dans la simple demeure où avait fleuri son enfance, afin de s'y reposer ou d'y refaire sa santé, pendant les répits trop courts que lui laissaient son enseignement et ses travaux.

Libéré de ses études, le jeune Bernard fut envoyé dans une pharmacie de Lyon, mais il n'y fit qu'un bref séjour. Quelques mois après, il partait pour Paris, l'imagination remplie — qui l'eût soupçonné ? — de rêves littéraires. Dès son arrivée, muni d'une lettre de recommandation pour Saint-Marc Girardin, il se présentait à ce dernier avec une tragédie en cinq actes. Mais l'accueil qu'il reçut du célèbre critique ne fut pas celui qu'il espérait. Le lendemain, le jeune Bernard prenait sa première inscription à la Faculté de Médecine.

Rendons grâces à Saint-Marc Girardin. Sans lui, la littérature théâtrale se fût enrichie d'un dramaturge peut-être éminent, mais la médecine n'eût pas connu celui qui a sorti du néant « la Science de la vie ».

Il est bien rare que les événements conduisent directement et sans obstacles, sur le chemin de leur destinée, ceux que le génie a marqués de son sceau. Une période incertaine d'épreuves ou d'échecs prélude souvent à leur initiation dans la vie. Mais une force irrésistible comme celle qui dirige vers la lumière la tige obscure de l'arbre naissant, appelle tôt ou tard et exalte ceux qu'illumine la flamme sacrée de la vérité.

Claude Bernard ne connut pas longtemps cette phase incertaine. Le hasard, propice comme une bonne fée, conduisit les pas du jeune interne des hôpitaux dans le service de Magendie, Professeur au Collège de France. Certes, le Maître était rude et d'un abord peu avenant. Mais il était observateur. Il ne fut donc pas sans apprécier bien vite l'intelligence réfléchie de son élève. Une place de préparateur étant devenue vacante à son laboratoire du Collège de France, il y appela le jeune Bernard.

Tel fut le début, dans la Médecine expérimentale de celui qui devait donner à cette science une impulsion si puissante.

A partir de ce moment, l'activité scientifique de Claude Bernard fut véritablement prodigieuse. Longtemps avant son élection à la chaire de Médecine du Collège de France, il s'était déjà fait connaître par un ensemble de publications retentissantes. Chacune d'elles annonçait la découverte d'un fait neuf et important. L'étude des agents toxiques, celle du mécanisme de la mort par l'intoxication oxycarbonée, par la strychnine, le curare, etc.; celle des phénomènes, qui conditionnent la circulation du sang ; les fonctionnements glandulaires ; le rôle du système nerveux sur les sécrétions sous-maxillaire, gastrique, hépatique ; l'étude de l'hyperthermie expérimentale, la glycogénie hépatique, le rôle des nerfs vaso-moteurs, etc., tous ces problèmes fondamentaux dont la solution était jusqu'alors tout à fait ignorée, étaient exposés, analysés, déchiffrés avec une sûreté admirable à travers laquelle transparaissait son génie.

Lorsqu'il se présenta au Collège de France pour y succéder à Magendie, il avait 42 ans. Deux autres savants, Longet et Brown-Séquard se mirent sur les rangs en même temps que lui. Il fut proposé sans discussion en première ligne par seize voix contre une au nom de M. Daremberg. Dans l'ordre scientifique, ses collègues étaient alors : Biot, Regnault, Balard, Flourens, Elie de Beaumont, Coste, Binet, qui, tous, à des titres divers, ont laissé un nom dans la Science.

Le premier cours professé, en cette année 1855-1856, par Claude Bernard ou, comme le disent les affiches, « Monsieur Bernard » avait pour objet : *Des effets des substances toxiques*

et médicamenteuses. L'année suivante, Claude Bernard traitait, dans ses leçons, de *la Physiologie et la Pathologie du système nerveux*.

Au cours de sa carrière si remplie au Collège de France, Claude Bernard se rencontrait souvent avec ses collègues Berthelot et Renan. Quelle ère magnifique dans l'histoire de notre Collège que celle qui réunissait un tel cénacle ! Dans son Eloge de Claude Bernard à l'Académie de Médecine, Jules Béclard rappelle l'intimité qui liait les trois savants. Ils se retrouvaient, chaque semaine, dans la maison amie du docteur Jean Boulay. On y voyait, disait-il, à côté de Claude Bernard, M. Ernest Renan, « le séduisant auteur de pages exquises, modèles achevés de finesse et de grâce » ; l'éminent chimiste, M. Berthelot, « doué à un si haut degré de la faculté créatrice ». Les hôtes échangeaient librement leurs idées sur les principaux problèmes de la science, de l'art, de l'histoire, de la littérature. A chacune des découvertes de Claude Bernard, on s'empressait autour de lui, on l'interrogeait, on l'écoutait avidement : « c'étaient les grands jours. » Et bien souvent, on devinait que ces conversations familières éveillaient dans l'esprit du Maître des idées ou des projets d'expériences. Alors, il quittait ses hôtes, l'air absorbé et méditatif, songeant à d'autres recherches destinées à le conduire encore plus près de la vérité.

*
* *

Lorsque Claude Bernard débuta dans la Médecine expérimentale, il lui fallut instituer des méthodes et des techniques nouvelles. Seul, le laboratoire était capable de donner l'interprétation des phénomènes biologiques. Harvey, par sa découverte de la circulation du sang, Lavoisier, par celle de la combustion respiratoire, avaient jeté les premiers fondements scientifiques de la Physiologie. Mais, ainsi qu'il a été dit, les doctrines imprégnées de vitalisme que Bichat continuait à défendre, avaient fait dévier vers un objectif stérile la connaissance de ses lois. Bernard se proposa, d'emblée, de donner une autre orientation à la nouvelle science. Il la voulait objective et expérimentale. Et le grand physiologiste de répéter, dans chacun de ses ouvrages, que les phénomènes de la vie, pour inconnus qu'ils fussent, sont cependant réductibles à des actes physico-chimiques. Comme Descartes et comme Leibnitz, il affirmait qu'ils se rattachent au jeu de ces forces. « Il faut, disait-il aussi, porter l'investigation physiologique et physico-chimique dans le corps vivant jusque dans ses particules les plus ténues » — visant en même temps, par là, la physiologie cellulaire à laquelle il a ouvert la voie. Il formulait déjà cet axiome, plutôt audacieux à son époque : « la *Physiologie est une science exacte* ».

Ses travaux ont donné à cette opinion une confirmation éclatante.

Parmi les raisons invoquées pour faire intervenir le *quid ignotum* dans la Biologie, on opposait alors le processus de la vie végétale à celui de la vie animale. A ce dogme qui nous paraît aujourd'hui bien fragile, Lavoisier avait porté un premier coup en démontrant que les mêmes effets de synthèse chimique, de respiration et de combustion s'observent uniformément chez les animaux et chez les végétaux. Claude Bernard opposait, à son tour, à cette théorie, d'autres arguments non moins solides en montrant la présence de chlorophylle dans *Paramecium bursaria, Spirostoma ambiguum Ophrydium versatile, Stentor polymorphus, Vorlex viridis*, etc...

Ses recherches avaient mis en lumière la propriété commune aux animaux et aux végétaux de former du sucre. La matière qui en est le générateur dans le foie est, disait Claude Bernard, un véritable amidon animal, le glycogène. L'éther anesthésie certains végétaux comme il fait des mammifères. Il suspend la fonction chlorophyllienne, il inhibe la propriété principale de la levure de bière.

Toutes les recherches du savant portaient la marque d'une intuition extraordinaire, fécondée par l'observation précise et minutieuse des faits expérimentaux. Il pensait en philosophe et agissait en novateur. « La méthode expérimentale, disait-il, n'est rien autre chose qu'un *raisonnement* à l'aide duquel nous soumettons méthodiquement nos idées à l'expérience des *faits*. » Guidé, ainsi qu'il l'a laissé entendre lui-même, par une sorte de divination, il poursuivait d'un coup d'œil sûr l'observation de ces faits. Ce don de prescience n'enlevait d'ailleurs rien à la prudence de ses enquêtes expérimentales. « Il ne faut jamais faire des expériences pour confirmer ses idées, mais pour les contrôler. » Dans sa célèbre *Introduction à l'étude de la Médecine expérimentale*, que l'on a justement comparée au *Discours sur la Méthode*, Claude Bernard ajoutait : « Le grand principe expérimental est le doute, le doute philosophique qui laisse à l'esprit sa liberté et son initiative. » Une expérience bien conduite, suivant une technique identique, aboutit toujours à un même résultat. Si celui-ci n'est plus le même, c'est que les conditions de l'expérience ont elles-mêmes varié : en science il n'y a pas d'exceptions. L'enchaînement des faits reste rigoureusement semblable à lui-même. L'observateur doit les enregistrer avec une impassibilité absolue, évitant de les plier avec violence pour les faire entrer arbitrairement dans le cadre d'une idée préconçue.

C'est pourquoi Claude Bernard se réfutait lui-

même, aussi âprement que l'eût fait un rival (Renan). Bien loin de s'absorber dans ses propres objections, il sollicitait celles des autres : « Apportez-moi des critiques, disait-il, apportez-m'en des tonnes. »

Sans doute, lorsque le fait expérimental venait confirmer sa présompiion méditée, en ressentait-il une joie intime qu'il déclare être l'une des plus grandes que puisse éprouver un savant. Mais lorsque l'expérience était négative. il recherchait si elle ne comportait pas, cependant, une conséquence qui le conduisit à la solution exacte. Attentif à l'épreuve des faits, il les laissait parler eux-mêmes, et découvrait parfois, notamment dans l'expérience ancienne de Pourfour du Petit, la section du sympathique au cou, un phénomène très important, qui avait échappé à ses prédécesseurs. Il en tirait un ensemble de conclusions d'une incalculable portée. « En pathologie, comme en physiologie, écrivait-il, le mérite de l'investigateur consiste à poursuivre, dans une expérience, ce qu'il y cherche, mais de voir en même temps, ce qu'il ne cherchait pas. »

Aussi, quel regard aigu il jetait sur l'animal opéré, interrogé, qui devait lui donner la réponse à un problème biologique encore obscur ! On trouve dans ses travaux sur la fonction glycogénique du foie, la marque de cet esprit inquisiteur d'une inflexible logique.

*
* *

On avait constaté avant Claude Bernard, l'existence du sucre dans le sang. D'où venait ce sucre ? Jusqu'alors on considérait qu'il était d'origine alimentaire. Là se résumait tout ce que l'on savait de cette question qui tient pourtant une place considérable en Biologie.

Suivons maintenant pas à pas le grand physiologiste dans son enquête expérimentale.

Il injecte du saccharose dans la veine du chien. Ce sucre n'est pas assimilé. Il est rejeté, comme un élément étranger, sinon nuisible. On le retrouve en totalité dans l'urine de l'animal.

Cependant, le même sucre, ingéré, ne passe pas dans l'urine. L'analyse ne le décèle plus. Pourquoi cette différence ? C'est, peut-être, parce que les sucs digestifs l'ont modifié avant son absorption. Comment et sous quelle forme ?

Claude Bernard dissout du sucre dans le suc gastrique, le laisse en contact avec celui-ci, puis injecte le mélange dans la veine du chien.

Or, l'urine de celui-ci ne montre plus aucune trace du sucre ainsi soumis à l'action du suc gastrique. On pouvait donc croire le problème résolu et conclure que cette sécrétion transformait le sucre en un autre élément assimilable. Mais Claude Bernard ne tarda pas à voir qu'il n'en était rien. La solution était plus complexe. Il constate, en effet, que l'action exercée par le suc gastrique sur le sucre, est d'ordre chimique, qu'elle est due à l'acide chlorhydrique et que nombre d'autres corps sont capables de réaliser la transformation du sucre en glycose.

Il fallait donc reprendre l'étude du métabolisme du saccharose ingéré, en suivre les modifications et la répartition et, tout d'abord, vérifier les relations qui existent entre le mode d'alimentation et la présence du sucre dans le sang.

A cet effet, il prend deux lots de chiens auxquels il donne la même alimentation carnée de base, mais à l'un des groupes, il adjoint du sucre aux aliments. On sacrifie l'un des chiens soumis au régime sucré. Son intestin et son sang contiennent du sucre, ce qui est conforme aux prévisions.

Mais chez les chiens nourris exclusivement de viande, le sang analysé montre également du sucre en abondance, bien qu'il n'y en eût aucun vestige dans l'intestin. L'expérience réitérée donnait toujours une réponse identique.

On était donc conduit à conclure que la présence du sucre dans le sang est indépendante du mode d'alimentation sucrée ou non sucrée.

Qu'adviendra-t-il, dès lors, si, au lieu d'être nourris, les animaux sont soumis à la diète absolue ? Claude Bernard constate que, dans ces conditions nouvelles, ils n'en fabriquent pas moins du glucose. Réponse un peu inattendue, mais combien instructive ! Car elle révélait que le sucre se produit ou est sécrété spontanément dans l'organisme, aussi bien chez l'animal à jeun que chez celui qui avait reçu une alimentation mixte ou exclusivement azotée. Il restait donc à chercher en quelle région de l'organisme se fait cette sécrétion.

A cette fin, Claude Bernard explore, par l'analyse du sang, les divers segments du système vasculaire. Il constate l'existence du sucre en proportions inégales ; le sang artériel du chien normal en contient plus que le sang veineux. Il lie la veine porte avant son entrée dans le foie, afin d'empêcher le reflux sanguin et il prélève du sang dans cette veine. La même prise de sang est faite dans les veines sus-hépatiques qui drainent le sang venu du foie, ainsi que dans les veines sus-diaphragmatiques, qui collectent également le sang ayant passé à travers le filtre hépatique. Il prélève enfin du sang dans le cœur droit, carrefour du sang veineux, avant son circuit pulmonaire.

Or, pendant la digestion d'un repas contenant des aliments sucrés, il y a moins de sucre dans le sang qui va pénétrer dans le foie que dans celui qui en sort : 0 gr. 54 dans la veine porte, 1 gr. 12 dans la veine sus-hépatique. Si, même, l'animal reçoit des aliments sans fécule ni sucre, ou bien s'il est maintenu à jeun, il n'y a pas de sucre dans les vaisseaux portes ou sus-hépatiques, alors qu'on en trouve en abon-

dance dans les vaisseaux sus-hépatiques et au-delà.

Claude Bernard en conclut que le foie est l'organe formateur du sucre : le sang s'en charge à son passage dans cette glande. Le rôle du foie comme générateur du sucre était donc établi par une série d'expériences rigoureusement conduites. « Nous voici arrivés, dit Claude Bernard, au terme de notre analyse. Le foie est la source physiologique du sucre du sang.» Mais il ajoute: « Nous ne sommes pas encore à la limite de nos recherches. » Il fallait vérifier si le glucose est fabriqué directement par le foie ou si sa présence résulte d'une opération physiologique intermédiaire. Il fallait voir, aussi, si le sucre n'est pas susceptible d'être sécrété ou emmagasiné par d'autres viscères. En ce qui concerne ce dernier point, Claude Bernard constate que le foie est le viscère élaborateur essentiel du glucose. Ni le rein, ni la rate, ni les poumons ne sécrètent du sucre, bien qu'ils contiennent du glycogène. Chez 13 suppliciés, le foie frais, seul, contenait également du sucre.

Il avait donc établi que le glucose est un élément normal du sang ; que son existence est indépendante du mode d'alimentation végétale ou animale ; que les chiens soumis au jeûne absolu n'en renferment pas moins du sucre dans leur sang ; que les animaux aussi bien que les végétaux, fabriquent du glucose. Enfin, que le foyer principal où se forme cet élément chimique si important n'est autre que le foie.

Cet ensemble de résultats ne donne pas, cependant, complète satisfaction à Claude Bernard. Il veut préciser le mode d'origine du sucre et rechercher si son mécanisme de formation et son rôle biologique ne sont pas les mêmes dans les deux règnes. « Ce sera, dit-il, un rapprochement nouveau et capital entre la vie animale et la vie végétale. »

Faisant justice des hypothèses de Lehman, de Frerichs et de Schmidt, il montre que le foie est bien réellement l'artisan de la fabrication du sucre. Si, en effet, on lave l'organe par passage d'eau dans les vaisseaux, on lui enlève le sucre qu'il contenait déjà. Or, le sucre ne tarde pas à reparaître et à être retrouvé dans le tissu hépatique. Donc, le glucose ne prend pas naissance dans le sang. Il est élaboré *in situ* dans le foie : il est essentiellement un produit de sécrétion de cet organe.

Le problème biochimique de la glycogénie hépatique s'élucidait donc peu à peu. Le dernier terme de la solution restait cependant à découvrir.

Claude Bernard raconte lui-même que c'est seulement après deux ans de recherches qu'il parvint à démontrer l'existence, dans le foie, d'un élément nouveau, qui remplit un rôle fondamental dans la formation du sucre. Ce corps peut être isolé chimiquement : c'est le *glycogène*. Claude Bernard en donne la formule chimique. Insoluble, le glycogène n'est pas un glucoside analogue à l'amygdaline. Il l'obtient d'abord par précipitation, en traitant une décoction de tissu hépatique par l'alcool; puis il perfectionne la technique d'isolement de ce corps. C'est, dit-il, un « amidon animal », dépourvu d'azote.

La transformation du glycogène en glucose s'effectue par hydrolyse grâce à l'action chimique d'un ferment normal du foie. Ce ferment est fragile, l'ébullition le détruit.

L'amidon végétal est susceptible, de se transformer en dextrine, puis en glucose. Moins stable, le glycogène se transforme en sucre dans le foie lui-même. C'est du foie que procède l'existence du sucre dans le sang.

Ces expériences conduisent Claude Bernard à démontrer la diffusion ou plutôt la généralisation de la fonction glycogénique, non seulement chez les mammifères, et dans leurs annexes, tels que le placenta et l'amnios, mais encore chez les oiseaux, les vertébrés à sang froid, les invertébrés, les larves de mouches vivant sur la viande, etc.

Ainsi était établie la fonction universelle que le sucre remplit dans la nutrition des animaux et des végétaux. Dans cette élaboration d'un élément indispensable à la vie, car il est le combustible par excellence du travail musculaire, la sécrétion du sucre par le foie est elle-même influencée par le système nerveux. Claude Bernard le démontre par une expérience devenue classique : lorsqu'on pratique chez le chien la piqûre du quatrième ventricule, sur la ligne médiane, un peu au-dessus du bec de *calamus*, on détermine pendant plusieurs heures l'hyperglycémie et le diabète. La section des deux pneumogastriques ne prévient pas et n'interrompt pas cet effet. La transmission se fait par les splanchniques dont la section inhibe l'effet de la piqûre.

Le sujet normal ne manifeste pas de glycosurie, même après absorption en excès d'aliments amylacés ou sucrés, parce que le foie, véritable régulateur de la fonction glycogénique « équilibre les proportions de sucre apportées par l'alimentation ». Si on injecte 10 gr. de glucose dans la veine jugulaire, il y a excès de glycémie et glycosurie. Mais si l'injection est faite lentement dans un affluent de la veine porte, il n'y a plus de glycosurie parce que le foie a retenu le sucre. Il sécrète et déverse dans l'économie les 500 grammes quotidiens de sucre qui sont, d'après Seegen, nécessaires aux besoins physiologiques et, par une loi d'équilibre dont on retrouve la manifestation dans tous les phénomènes de la vie, le sang du même sujet renferme, à l'état normal, une proportion uniforme de sucre. C'est la constante glycémique ; c'est aussi un exemple et une preuve de cette

homéostasie (W. B. Cannon), ou fixité de composition du « milieu intérieur », assurée par les échanges, les mutations, la mise en réserve ou l'élimination des matériaux si divers qui entrent dans la constitution du sang et des tissus. Claude Bernard a donc, le premier, apporté la démonstration de cette loi fondamentale d'équilibre humoral.

Par ces expériences, le rôle de *sécrétion interne* d'un organe était, ainsi, établi pour la première fois. Claude Bernard entrevit même nettement, en 1860, que cette propriété s'étendait à d'autres organes glandulaires dépourvus de canaux excréteurs, mais capables de fournir à l'organisme des principes nécessaires à la vie. C'est le successeur de Claude Bernard au Collège de France, Brown Séquard, qui en fit la première démonstration.

Les recherches si nouvelles de Claude Bernard sur la glycogénie devaient lui susciter quelques contradicteurs. On a dit qu'il avait conféré au foie seul, la fonction glycogène. Mais n'avait-il pas affirmé que la matière glycogène est un élément et une condition de développement des tissus chez le fœtus ? N'avait-il pas découvert, avant C. Rouget, du sucre et du glycogène dans les muscles, du glucose dans les faisceaux primitifs des muscles striés en voie de développement, dans le germe de l'œuf de poule, dans les œufs d'insectes et de mollusques, dans le blastoderme de la vésicule ombilicale du poulet, l'amnios des ruminants, etc.? En ce qui concerne le glycogène, Claude Bernard disait « qu'il peut entrer directement dans la constitution des tissus pendant leur évolution embryogénique ». Sans doute, il est établi aujourd'hui que la fonction glycogénique n'est pas le privilège d'un organe, mais qu'elle est une propriété générale de tous les tissus en voie de développement et que les muscles en contiennent une certaine proportion. Le foie n'en subsiste pas moins comme le principal organe de production du sucre.

Au milieu de la gestation, les plaques glycogéniques de l'amnios disparaissent avant la fin de la vie utérine. A ce moment, le foie qui n'en contenait aucune trace, se charge de glycogène. Claude Bernard conclut à « *l'universalité de la fonction glycogène et à sa nécessité dans la nutrition générale, aussi bien pour les animaux que pour les plantes* ».

L'opposition de Pavy ne s'est exercée que sur une partie de l'œuvre de Claude Bernard. Cet auteur contestait que le sucre hépatique se formât aux dépens du glycogène. Mais Boehm et Hoffmann ont confirmé, au contraire, que le sucre et le glycogène varient en proportion inverse et que la somme du sucre, du glycogène et de la dextrine dans le foie, reste constante.

Il est actuellement établi que les glycoprotéides, les nucléoprotéides, les acides aminés—non tous (Lusk) — et les graisses participent avec les aliments hydrocarbonés, à la formation des sucres. Mais la démonstration en avait été faite depuis longtemps par Claude Bernard lui-même, par la constatation de la glycémie physiologique chez les animaux soumis au régime carné exclusif ou à la diète, ce qui établit, par conséquent, la transformation des matières azotées en glycogène (*Le Diabète*, p. 338).

Si le glycogène et ses isomères ou polymères sont présents dans de nombreuses cellules de l'organisme autres que les cellules hépatiques (Armand Gautier) et si ces dernières elles-mêmes utilisent le sucre pour leur fonctionnement propre (Dastre), il n'y a là rien qui soit en opposition avec les découvertes de Claude Bernard sur la glycogénie hépatique (1).

*
* *

L'ensemble de ces travaux qui eussent suffi à remplir l'existence tout entière d'un savant et qui, à coup sûr, eussent rendu son nom célèbre, ne constitue, cependant, qu'une faible partie de ceux qu'on doit à Claude Bernard. Son activité scientifique était extraordinaire.

A l'*Académie des Sciences*, à l'*Académie de Médecine*, à la *Société de Biologie*, ses notes ou ses publications denses, substantielles, se suivaient régulièrement qui, toutes, annonçaient des faits inédits, des découvertes importantes (Paul Bert).

On peut juger de son labeur par l'exemple qui suit.

Le Dr R. de la Coudraie a établi une table alphabétique et analytique des œuvres complètes de Claude Bernard : or, cette table comprend 227 pages de texte imprimé et serré, sur deux colonnes.

Dix-huit volumes remplis de faits expérimentaux, d'idées originales, de suggestions fécondes, d'aperçus philosophiques, condensent son enseignement au Collège de France, à la Sorbonne, au Muséum d'Histoire naturelle ; car il professa aussi pendant quelques années, dans ces deux derniers établissements.

Chacune de ses recherches appelait une technique nouvelle que lui inspirait son ingéniosité secondée par une remarquable habileté expérimentale. S'agit-il de préciser l'action de la sécrétion gastro-intestinale, il institue les digestions *in vitro*. Se propose-t-il d'étudier individuellement les propriétés des muscles vivants, des glandes, il les isole par un poison, ou bien

(1) Je n'ai pas à rappeler ici les nombreux travaux qui, postérieurement à ceux de Cl. Bernard, ont étudié ou approfondi le problème de la glycogénèse (E. Pflüger, J. Otto, Arthus et Huber, Salkowski, Lüthje, Chauveau, J. de Meyer, J. von Mering et O. Minkowski, E. Hédon, etc.)

ayant sectionné leurs nerfs, il les place, par la circulation artificielle dans des conditions qui permettent plus aisément cette observation délicate. Sur la grenouille curarisée, il sépare un membre par la ligature préalable de ses vaisseaux nourriciers, ce qui permet d'étudier avec précision la motricité musculaire et les réflexes. Il transforme les animaux à sang chaud en animaux à sang froid pour mieux définir les propriétés de leurs tissus. Il empoisonne séparément une glande ou la fait fonctionner en stimulant ses nerfs séparés, en dehors de l'organisme, mettant la glande à l'état alternatif de repos ou de fonctionnement exagéré et démontrant ainsi qu'une fonction purement sécrétoire et chimique peut être actionnée et réglée par le système nerveux.

Ses expériences se suivaient, son raisonnement s'enchaînait avec une rigueur inflexible.

On apporta un jour, dans son laboratoire, des lapins venant du marché. Sur la table où ils étaient placés, il vit que leur urine était claire et acide. Ce fait le frappa, parce que les lapins ont normalement l'urine trouble et alcaline en leur qualité d'herbivores, tandis que les carnivores ont, au contraire, les urines claires et acides.

Cette observation lui suggéra donc la pensée que ces lapins étaient dans la condition alimentaire des carnivores, c'est-à-dire qu'ils étaient à jeun depuis longtemps et, par conséquent, se nourrissaient de leur propre substance. Nous trouvons ici une première observation, d'ailleurs fortuite, d'où découle une suggestion expérimentale : vérifier l'idée préconçue ou l'hypothèse explicative.

On donne à manger de l'herbe aux lapins : quelques heures après, leur urine était devenue trouble et alcaline. On les soumet à la diète et, après 24 à 36 heures, leurs urines étaient claires et fortement acides, puis elles redevenaient alternativement alcalines ou acides, suivant le régime imposé.

La recherche expérimentale avait donc découlé d'une hypothèse qui se trouvait vérifiée, et avait abouti à cette conclusion alors inédite, à savoir qu'à jeun tous les animaux se nourrissent de viande, de sorte que les herbivores deviennent ainsi des carnivores. Ce fait bien simple procédait d'une observation également simple, laquelle avait évoqué une idée expérimentale, un raisonnement inductif, enfin une expérience.

Mais, ainsi présentée, cette expérience n'était pas complète. Elle n'avait pas, en effet, de contre-épreuve. C'est pourquoi Claude Bernard nourrit des lapins uniquement avec du bœuf bouilli froid (aliment qu'ils mangent très bien quand on ne leur en donne pas d'autre) : pendant la durée de cette alimentation carnée, les urines devinrent acides, claires et riches en urée.

L'investigation scientifique n'était pas terminée. Il voulut, avec raison, s'assurer que les lapins avaient non seulement absorbé, mais réellement digéré la viande cuite donnée comme aliment.

Il fit donc leur autopsie et vit, en effet, que tous leurs vaisseaux chylifères étaient gorgés d'un chyle très abondant. Le lapin peut donc, dans certaines conditions, se comporter comme un carnivore.

Or, chez les lapins sacrifiés, il remarqua que les chylifères blancs et laiteux ne commençaient à être visibles qu'assez bas, à environ 20 centimètres au-dessous du pylore, alors que, chez le chien en digestion, les chylifères sont visibles beaucoup plus haut, immédiatement après le pylore.

Pourquoi cette différence ? Claude Bernard vérifie les rapports anatomiques du canal pancréatique chez le lapin et chez le chien, et observe que l'insertion du canal pancréatique du lapin est située dans un point très bas, précisément au voisinage du lieu où les chylifères deviennent lactescents.

Ce fait d'observation qui eût paru sans grand intérêt pour un autre, retint l'attention de Claude Bernard. Il faut lire dans son *Introduction à l'Etude de la Médecine expérimentale*, les pages qu'il consacre à cette enquête physiologique. « Je fis, dit-il, le syllogisme suivant : le chyle blanc est dû à l'émulsion des graisses. Or, chez le lapin, le chyle blanc se forme au niveau du déversement du suc pancréatique dans l'intestin. Donc, c'est le suc pancréatique qui émulsionne la graisse et forme le chyle blanc. »

Partant de cette constatation nouvelle et du raisonnement qu'elle lui suggère, Claude Bernard démontre, en effet, par une suite rigoureuse d'idées et d'expériences et par l'institution des fistules pancréatiques, le rôle physiologique considérable du suc pancréatique dans l'émulsion des corps gras, et, par suite, dans leur digestion. Du suc pancréatique mêlé avec de l'huile, l'émulsionne instantanément et plus tard acidifie le milieu, grâce à son ferment, en le décomposant en acide gras et glycérine, etc...

La découverte des propriétés si caractéristiques du curare met encore en relief la sagacité de cet esprit toujours tendu vers la recherche expérimentale.

Claude Bernard injecte du curare sous la peau d'une grenouille ; elle meurt après quelques minutes. Aussitôt il l'ouvre pour en faire ce qu'il appelait *l'autopsie physiologique*. Or, chez la grenouille empoisonnée, les contractions cardiaques continuaient, la circulation sanguine se poursuivait, les globules sanguins étaient normaux, les muscles devenus inertes avaient

pourtant, lorsqu'on les excitait, leur contractilité normale. Mais les mouvements réflexes, comme les mouvements volontaires, étaient abolis ; les nerfs moteurs excités ne provoquaient pas davantage de contraction.

Répétée sur d'autres grenouilles, puis sur des animaux divers, l'expérience donnait la même réponse.

Claude Bernard put démontrer que le curare détermine la mort par l'arrêt fonctionnel de tous les nerfs moteurs, sans intéresser les nerfs sensitifs.

Pour donner un autre exemple de la méthode expérimentale suivie par Claude Bernard, on peut rappeler sa découverte de l'action de l'oxyde de carbone sur les globules sanguins et du mécanisme de l'asphyxie oxycarbonée. Aucune explication n'en avait encore été fournie.

Il empoisonne un chien par inhalation d'oxyde de carbone et, immédiatement après la mort, en fait l'autopsie. La seule constatation fut que le sang était rutilant, aussi bien dans le système veineux que dans les artères. Il en fut de même sur le lapin, les oiseaux, la grenouille.

Par des analyses réitérées, pratiquées sur le sang, dans des conditions variées qui se contrôlaient mutuellement, Claude Bernard fut conduit à conclure que l'oxyde de carbone déplace l'oxygène des globules sanguins, se subtitue à ce gaz et n'en peut plus être déplacé lui-même, en raison de son affinité énergique pour l'hémoglobine et de la combinaison plus stable qu'il forme avec cette dernière.

La mort dans l'intoxication oxycarbonée était donc expliquée par l'arrêt des fonctions physiologiques des globules sanguins, fonctions essentielles à la vie.

Claude Bernard put même déduire, de cette constatation si importante, une méthode nouvelle et originale de titrage de l'oxygène du sang.

L'activité expérimentale de Claude Bernard s'est exercée sur tant de sujets qu'il serait téméraire de songer à les rappeler ici. Sa mémorable découverte des *nerfs vaso-moteurs*, ces moteurs vasculaires périphériques doués d'une autonomie propre, véritables directeurs de l'activité sanguine en dehors de l'impulsion cardiaque et indépendants de la volonté, a complété et fixé définitivement le problème de la circulation du sang.

*
* *

Ainsi que l'a fait remarquer Paul Bert, en dix années de laboratoire, Claude Bernard avait déjà donné la substance de ses plus belles découvertes. Celles-ci étonnaient le monde. Pour juger exactement de leur importance, il faut se placer par l'imagination, non à notre époque présente, mais à la période où elles furent faites, alors que la Biologie ne s'était pas encore dégagée des ténèbres dans lesquelles elle était enveloppée. On comprend mieux, alors, l'émotion que suscitaient partout ces travaux. Chaque communication de Claude Bernard, chaque leçon étaient attendues ou écoutées dans un respectueux silence. A l'Académie des Sciences, comme au Collège de France, tous n'étaient que les disciples du Maître. Pendant vingt années, de cette chaire où il a professé, Claude Bernard a exercé son prestigieux apostolat. Les plus grands biologistes, Brown Séquard, Paul Bert, Dastre, Jolyet, Mathias Duval, Chauveau, — qu'il me soit permis de joindre à ces noms, celui de mon illustre Maître et ami, que je suis fier de voir à mes côtés, M. d'Arsonval — se réclamaient de lui, de ses méthodes et de sa discipline intellectuelle.

Pour lui, même à l'apogée de sa célébrité scientifique, il demeurait indifférent au retentissement que soulevaient ses découvertes : la simplicité est la plus belle parure du génie. Toujours circonspect, cependant, il conseillait aux expérimentateurs de n'avancer qu'avec une extrême réserve dans les sciences biologiques. « Le rôle de la méthode, écrivait-il, est encore plus important que dans les autres, par suite de la complexité immense des phénomènes et des causes d'erreur que cette complexité introduit dans l'expérimentation. » Il affirmait expressément que le « déterminisme » est à la base de la Physiologie. Cette loi organique, qui commande aux actes cellulaires, aux sécrétions glandulaires, à la nutrition, au fonctionnement intime des viscères, du système nerveux, de l'encéphale, il la rappelle dans presque tous les chapitres de ses ouvrages. Il s'est toujours appliqué à en vérifier le principe aussi bien par les analyses chimiques que par l'expérimentation. Chacune de ses leçons trahissait son souci « de remonter à la cause prochaine des phénomènes ». Il précisait encore une fois la nature de ces derniers : « Il ne faut pas établir un antagonisme entre les phénomènes vitaux et les phénomènes physico-chimiques, mais bien au contraire, constater un parallélisme *complet* et *nécessaire* entre ces deux ordres de phénomènes. »

Il savait qu'une découverte n'est jamais qu'un degré de plus vers la vérité, mais qu'elle n'est pas le dernier. « Peu importe d'avoir la vérité absolue, disait-il, pourvu qu'on ait la certitude de la relation des phénomènes entre eux. » L'avenir n'est, dans ce domaine, qu'une découverte continue. Mais le doute scientifique que préconisait Claude Bernard, n'était pas le scepticisme. Peut-être même, a-t-il voulu prémunir les générations futures contre une telle tendance et mettre les savants en garde contre le jugement habituel de la postérité, pour qui l'éloi-

gnement du temps estompe ou dissimule la grandeur des découvertes passées. Il écrivait cette réflexion caractéristique : « Le grand homme est le géant sur les épaules duquel sont montés les pygmées qui voient plus loin que lui... Mais le grand homme n'en reste pas moins le géant. » Il commentait ainsi, à sa manière, le mot de Roger Bacon qui, comparant les anciens aux modernes disait : « Les plus jeunes sont, en réalité, les plus vieux puisqu'ils héritent de tous les travaux du passé. »

C'est, pénétré de ces sentiments qu'un modeste travailleur, alors Interne des Hôpitaux, rempli d'enthousiasme pour le Maître et nourri de son œuvre, tenta, il y a bien longtemps, de reprendre les recherches physiologiques de Claude Bernard, relatives à la chaleur animale et spécialement aux causes de la mort dans l'Hyperthermie. Il crut pouvoir annoncer, sur la constatation des tracés cardiographiques et pulmonaires, sur l'analyse des gaz du sang et des voies respiratoires, sur l'arrêt du cœur — *ultimum moriens* — en diastole, que la mort n'est pas due, comme on le croyait jusqu'alors, à l'arrêt primitif du cœur, ni à la coagulation du myocarde. Elle relève d'une cause plus complexe. Assurément, si Claude Bernard eût eu la possibilité d'approfondir ses recherches, il eût, avec sa très haute maîtrise, trouvé plus et mieux que l'humble disciple qui a, aujourd'hui, le grand honneur de parler devant vous, et qu'un destin trop favorable a conduit à l'honneur non moins insigne, de professer aussi au Collège de France.

*
* *

Cependant, la continuité de tant de labeur surhumain avait fini par entamer gravement les forces physiques de Claude Bernard. Non sans inquiétude, ses amis et ses admirateurs le virent, en 1866, obligé de quitter le Collège de France pour se rendre dans son pays natal, à la recherche de la santé qui l'avait fui. Ce fut l'occasion pour Pasteur d'écrire sur Claude Bernard un article élogieux dont celui-ci le remercia en termes émus : « Mon cher ami, vous m'avez fait un homme illustre de par votre autorité scientifique... C'est pour moi un bien précieux encouragement d'être approuvé et loué par un savant tel que vous... Nous devons être nés pour nous entendre puisque tous deux nous sommes animés de la même passion et des mêmes sentiments pour la vraie science. »

Et cet épisode appelle une réflexion. N'est-il pas digne de remarque que ces deux savants célèbres, qui ont suivi leur carrière sur des voies différentes, mais dont le génie s'apparente néanmoins par une égale puissance de pénétration, ne se soient pas rencontrés sur un terrain commun, celui de l'origine des maladies infectieuses ? Sans doute, Claude Bernard rappelle-t-il maintes fois, les rapports étroits qui unissent la Physiologie et la Pathologie. « La Physiologie générale, dit-il, est la science biologique fondamentale vers laquelle toutes les autres convergent... La pathologie et la thérapeutique reposent également sur cette base commune. » Il revient souvent sur cette opinion, ajoutant qu'il n'y a qu'une science de la vie qu'il s'agit d'expliquer aussi bien à l'état pathologique qu'à l'état physiologique » et il résume sa pensée sous cette forme lapidaire : « L'état physiologique et les états pathologiques sont régis par les mêmes forces. »

Bien que Claude Bernard se soit ainsi proposé d'unifier, dans une même interprétation, la Physiologie et la Pathologie et de ramener à des conditions biologiques semblables le déterminisme qui commande les processus morbides aussi bien que le fonctionnement normal de l'organisme, il n'a, cependant, accordé aux premiers, je veux dire à la maladie et, particulièrement, à la maladie parasitaire, qu'une attention éloignée. Pourtant Pasteur avait déjà mis en lumière le rôle pathogène des infiniment petits. On eût été curieux de connaître l'avis du grand physiologiste sur ce sujet d'une importance incalculable en Médecine. Mais, exception faite pour ses magistrales études expérimentales sur le diabète, l'intoxication oxycarbonée, le mal de Bright, le rôle de quelques poisons, etc., il apparaît bien que Claude Bernard se soit délibérément abstenu de franchir plus avant les frontières de la Pathologie. Dans ses considérations si élevées sur les fonctions biologiques, à peine a-t-il fait allusion, et d'une manière incidente, à l'œuvre de Pasteur. On relève dans son *Rapport sur les Progrès de la Physiologie en France*, une courte phrase « sur les générations spontanées qui sont repoussées par différents savants, mais surtout par M. Pasteur », et qu'il condamne lui-même comme « inadmissibles ». Il parle ailleurs de « virus, de produits septiques » et de « substances organiques qui se développent au sein d'un organisme vivant » (*Leçons de Pathologie expérimentale*). Il n'est pas beaucoup plus explicite lorsqu'il mentionne, sans s'y arrêter, « les affections limitées à un point de l'organisme qui peuvent souvent empoisonner le sang par une sécrétion vicieuse. »

Sur les raisons qui ont pu commander cette réserve, on ne saurait formuler que des hypothèses. On peut supposer, en particulier, que Claude Bernard ait craint d'embrasser du regard un horizon trop vaste. Une telle ambition n'était point, certes, indigne de son magnifique génie. Mais la simple et harmonieuse unité de sa vie semblait écarter tout ce qui ne se ramenait pas à ses recherches de dilection. Considérant, avec raison, la Physiologie comme la base

expérimentale de la Médecine, il estimait que l'édification de cette Science était un objet suffisant à son activité. Il dit, d'ailleurs, expressément, quelque part : « La Science physiologique est une science si vaste, qu'un seul physiologiste ne saurait jamais avoir la prétention de la cultiver dans toutes ses parties... Dans la pratique, le savant doit se spécialiser. »

En ce domaine, tant de problèmes, en effet, se dressent devant la curiosité des hommes de laboratoire ! De toutes les sciences, la Biologie est la plus complexe et, peut-être,est-ce la raison pour laquelle, à son enseigne, se rangent depuis Claude Bernard, de si nombreux adeptes. Toutes les autres sciences lui offrent leur participation. Elle leur emprunte leur concours pour émettre ses hypothèses, instituer ses expériences, étayer ses conclusions. Mais elle n'est la servante d'aucune d'elles. Elle s'en fait des auxiliaires, mais elle les dirige. Elle leur apporte, à son tour, la consécration de ses découvertes. Son fondement, c'est l'expérimentation. Expérimenter, c'est tenter d'élargir l'horizon qui barre l'inconnu. Conduit par le raisonnement et, parfois, comme ce fut le cas pour Claude Bernard, inspiré par une intuition spontanée, l'esprit construit des chimères que le laboratoire entreprend de vérifier ou de réaliser. Le biologiste s'efforce de condenser dans le tube à essai, de transposer sur l'animal d'expérience le phénomène encore mystérieux dans son essence, afin de le vivifier et de l'intégrer à une loi physiologique. Dans l'activité silencieuse du laboratoire, la recherche est, certes, ardue et souvent décevante, car la Science demeure infinie alors que la puissance investigatrice du travailleur est mesurée. Mais qu'importe ? Parfois survient l'homme de génie qui, tel Claude Bernard, jette sur la vérité cachée des éclairs éblouissants. Il y aura toujours des hommes épris d'idéal, avides d'entrevoir, à travers les mirages de leur raison, la splendeur éternelle de la Science.

*
* *

Presque jusqu'à sa dernière heure, l'illustre savant ne cessait de songer à des projets d'expérimentation. « Je pense, disait-il, que nous pourrons produire scientifiquement de nouvelles espèces organisées... C'est-à-dire que nous ferons apparaître des formes qui existent virtuellement dans les lois organiques, mais que la nature n'a pas encore réalisées. » Cette haute vision hantait encore Claude Bernard une année avant sa mort. Il disait : « J'ai dans l'esprit des choses que je veux absolument terminer. »

Cependant, vivant dans la sérénité de ses méditations, en tête à tête avec l'inconnu, il ne s'apercevait pas que sa fragile enveloppe cédait une fois encore aux atteintes de la maladie. Son visage, grave et expressif, à l'image des spéculations élevées qu'il réfléchissait, faisait penser au mot de Renan : « La paix n'habite que les hauteurs. » Dans ce laboratoire qu'un de ses assistants appelait « une tanière humide et obscure », la maladie qui l'avait durement éprouvé douze ans auparavant, le reprit de nouveau, insidieuse, et, cette fois, inexorable. Alors, cédant aux exigences de sa santé, il se réfugia, une fois de plus, dans son cher ermitage de Saint-Julien, mais non sans y poursuivre, en même temps, de nouvelles recherches. Sa pensée ardente ignorait le repos.

A son retour à Paris, à l'automne de 1877, il était fort affaibli. Il disait cependant à ses élèves : « J'ai fait de belles choses, vous verrez » ; et à un autre, ces mots à travers lesquels irradiait son génie créateur : « Je puis faire maintenant des synthèses partielles. »

Mais nous ne connaîtrons jamais ce qu'étaient ces ultimes travaux, car le destin était là, qui terrassa le géant. Lorsqu'il sentit sa fin imminente, et qu'il lui fallut, selon le mot de Roger Bacon, « prendre le chemin de toute chair périssable », il exprima le regret, non de quitter cette vie qui l'avait fait immortel, mais de ne pouvoir achever ses dernières recherches : « C'est dommage, dit-il, c'eût été bien finir. » Le savant passionné de vérité, est tout entier dans cette dernière parole.

Claude Bernard a fondé la Science de la vie. « Ce n'est pas un physiologiste, disait de lui J.-B. Dumas, *c'est la Physiologie même.* » Il a apporté, dans les problèmes sans nombre qu'il a soulevés, la lumière pénétrante de son génie. Guidé par un esprit, à la fois interrogateur et visionnaire, il a fait un ensemble de découvertes dont la multiplicité et la grandeur étonnent. « En vingt ans, a dit de lui Paul Bert, Claude Bernard a plus trouvé de faits dominateurs, non seulement que les physiologistes français qui, peu nombreux, travaillaient à ses côtés, mais que l'ensemble des physiologistes du monde entier. »

Son œuvre scientifique est immense.

Messieurs, l'honneur est grand pour le Collège de France, de pouvoir inscrire le nom de Claude Bernard au nombre de ses Maîtres. Ce nom durera autant que la Physiologie elle-même. Rendre hommage à Claude Bernard, c'est donc exalter la Science, mais c'est aussi honorer la Maison qui l'a compté parmi les siens : car le Collège de France porte le reflet de sa gloire...

LA SCIENCE ENTOMOLOGIQUE AUX COLONIES
SON INSUFFISANCE ET SES BESOINS

par Emile ROUBAUD
Membre de l'Académie des Sciences Coloniales.
Professeur d'Entomologie médicale à l'Institut Pasteur.

Dans une publication récente, parue à l'occasion de la troisième Conférence Impériale d'Entomologie, le Dr Sh. Neave, de l'Imperial Institute of Entomology, ancien Bureau impérial, organisation fédérale qui a son siège à Londres et a été récemment élevée au rang d'Institut, examine et compare les efforts poursuivis respectivement par l'Empire britannique et par les Etats-Unis, au point de vue spécial de la science des Insectes. On y relève les constatations suivantes, qui ne peuvent manquer de solliciter l'attention : alors que les Etats-Unis, avec une population d'environ 106.000 habitants, n'emploient pas moins de 500 Entomologistes et consacrent à leurs travaux et leurs expériences un minimum de deux millions de livres, l'Empire britannique, dont la population globale est près de quatre fois plus nombreuse, ne dépense guère plus du quart de cette somme et possède moins de 300 Entomologistes. Et l'auteur pose la question de savoir si l'Empire supporte vraiment sa part légitime de charges dans le grand conflit entre l'homme et l'insecte. Le contraste, ajoute-t-il, est d'autant plus saisissant que la responsabilité de l'Empire britannique vis-à-vis du reste du monde, en ce qui concerne la diffusion possible des différents fléaux, est beaucoup plus lourde que celle des Etats-Unis en raison de la dispersion mondiale de cet Empire et de la variété des ennemis auxquels il se trouve avoir à faire face.

Le problème de la lutte contre les Insectes est donc posé par l'Entomologiste britannique avec toute la largeur de vue désirable. Il ne l'envisage pas simplement sous l'angle des avantages individuels et des bénéfices immédiats qu'en peuvent retirer les territoires où cette lutte est menée avec le plus de moyens. Il le pose hardiment, comme il est légitime de le faire, sous le point de vue du droit international et de la responsabilité morale des grands empires. Mais, si le Royaume-Uni et ses Dominions peuvent être ainsi taxés d'infériorité dans la redoutable tâche qui consiste à préserver le patrimoine humain tout entier contre l'âpreté destructrice des Insectes, quelle sera donc alors la position de la France et de son Empire d'outre-mer dans la question ?

Il faut bien avoir le courage de le dire. La France, avec ses cent millions d'habitants, selon la vigoureuse formule de Mangin, avec ses domaines immenses dispersés sur toutes les mers, abritant des populations de toutes races, ne peut opposer à l'imposante armée des Entomologistes anglo-américains que les efforts timides de quelques spécialistes. Elle ne saurait ainsi prendre rang utilement dans le concert d'activité protectrice internationale envisagé par Sheffield Neave. Beaucoup moins donc que l'Empire britannique, notre pays ne peut être considéré comme assumant sa part légitime de charges dass la lutte incessante qu'impose aux grandes collectivités humaines le monde antagoniste des insectes.

Sans doute ne convient-il pas, en cette matière, de mettre sur un pied de comparaison trop étroit les besoins qu'a suscités l'exubérante activité américaine et ceux que représente pour nous l'état actuel de développement de nos colonies. Mais cependant, l'écart est trop manifeste.

A l'heure où l'Exposition coloniale a ouvert ses portes pour une manifestation de gloire impériale comme il n'en fut jamais, il convient de réfléchir loyalement à cette grande question. Parmi tous les problèmes que posent l'activité colonisatrice et la mise en valeur réelle des colonies, il n'en est guère de plus importants que ceux qui relèvent du concours des Entomologistes. Et l'on ne peut qu'être surpris du faible développement qu'a pris chez nous le domaine de l'Entomologie appliquée, eu égard à l'ampleur et à l'importance vitale de ce domaine.

Je veux en dire quelques mots ici et je remercie bien vivement la *Revue Scientifique*, qui m'a généreusement ouvert ces pages afin de plaider cette grande cause devant le monde scientifique.

***

Le champ de l'activité destructrice des insectes s'exerce dans deux directions essentiellement différentes qui correspondent à deux branches distinctes de l'Entomologie appliquée : d'une part, l'Entomologie agricole ou économique qui a trait aux ravageurs des cultures et des produits de la terre ; d'autre part, l'Entomologie dite médicale, qui considère avant tout les Insectes parasites ou producteurs de maladies chez

l'homme et les animaux. Ces deux domaines de l'Entomologie pratique ne sont distincts qu'en apparence ; ils se rejoignent souvent et se complètent l'un l'autre. Par exemple, les ravageurs des cultures, tels que les sauterelles, exercent sur les conditions de l'hygiène et de la vie humaine, par les famines qu'ils engendrent, une influence de premier ordre. Inversement, des insectes ou acariens entravant le développement des troupeaux, comme les Glossines ou les Ixodes, peuvent exercer sur le développement agricole et économique d'une région une action fondamentale.

L'activité dévastatrice des insectes parasites des cultures ouvre à elle seule un champ immense d'investigations dont la nécessité pratique et économique est évidente. Insectes des caféiers, des kolatiers, de la vanille ; cochenilles des orangers et citronniers, ravageurs du coton, des céréales, des arachides, il y a là tout un monde d'ennemis dont l'Entomologiste doit connaître exactement la nature et l'histoire afin d'en orienter la destruction. Toutes les fois qu'une culture s'installe et se développe, elle devient d'années en années la proie de ravageurs qui se spécialisent de plus en plus étroitement en vue de l'exploitation au maximum des conditions favorables de développement qu'elle leur offre. Non seulement il faut ici redouter les atteintes d'insectes existant déjà dans les régions, mais il faut aussi craindre les importations étrangères, et, à ce point de vue, le souci de la protection des cultures contre l'introduction de ravageurs importés n'est pas un des moindres qui incombent aux entomologistes.

L'importance des dégâts commis par les insectes ravageurs des cultures dans nos colonies ne saurait être chiffrée pour le moment avec précision dans tous les cas, parce que les études ne sont pas suffisamment poussées, quant à présent, pour permettre des statistiques précises. Mais pour les sauterelles seulement, en Algérie et au Maroc, la campagne de lutte, en 1930, a mis en œuvre des centaines de millions. La grande production agricole du Sénégal, l'arachide, est lourdement obérée par l'enchaînement destructeur de parasites multiples qui, commençant leur action dans les cultures avec les termites, pour la parfaire dans les magasins et lieux de dépôt, ruinent ainsi parfois un bon tiers de la production. Et non seulement il faut envisager ici les pertes liées à la consommation même des insectes, mais aussi les altérations du produit par suite de son rancissement précoce.

La lutte contre les Insectes ennemis des cultures n'est pas sans avoir été entreprise depuis de longues années déjà, dans les différentes colonies, par les agents spécialisés de l'Agriculture, formés par les soins de l'Institut agronomique et de l'Institut colonial de Nogent. Mais les moyens dont disposent les stations agronomiques sont en général précaires, le personnel hautement spécialisé fait défaut et surtout les possibilités de recherches scientifiques pures ne sont pas suffisantes dans ces stations pour que l'on puisse aisément y résoudre des problèmes aussi variés et complexes que ceux que pose la lutte contre les Insectes.

Cette lutte nécessite en effet une connaissance aussi étendue que possible, non seulement de la vie de l'Insecte à combattre, mais aussi des parasites divers que l'on peut lui opposer, des maladies auxquelles il est sensible, des agents physiques ou chimiques susceptibles de restreindre sa multiplication ou son développement. Aux Etats-Unis, où les études d'Entomologie appliquée ont été poussées à un degré tel qu'elles constituent pour le monde entier un véritable modèle, il existe pour les principaux types d'insectes destructeurs des stations d'études spécialisées dont les travaux assurent une connaissance de plus en plus approfondie du cycle biologique des espèces. Or, c'est la seule condition qui permette d'orienter les mesures rationnelles de défense. L'étude parfaite des conditions de développement permet parfois de prévoir longtemps à l'avance les années d'apparition des fléaux. Quoi de plus suggestif à cet égard que les recherches des Entomologistes américains, par exemple sur la Cigale périodique, *C. septemdecim* ? Cette cigale présente deux races distinctes, dont l'une met *dix-sept ans*, dans les Etats du Nord, pour accomplir son évolution complète, tandis que la seconde, surtout répandue dans les Etats du Sud, plus favorisés par le climat, ne met que *treize ans* à évoluer (race *tredecim*). Ces deux races se répartissent géographiquement suivant une gamme déterminée ; de telle sorte que l'Entomologiste sait à l'avance, pour chacune des provinces géographiques des Etats de l'Union, combien de temps durera le travail obscur du développement de l'insecte à l'intérieur du sol, et quelles seront les années où il se manifestera avec le plus d'abondance.

Une documentation de même valeur devrait être depuis longtemps acquise dans nos différentes stations coloniales pour les principaux ravageurs des cultures. Dans chaque région cultivée devrait résider un Entomologiste parfaitement renseigné sur les mystères du monde biologique qui l'entoure, et connaissant de longue date les différents ennemis dont les déprédations menacent constamment l'activité agricole locale. Mais pour cela il faudrait multiplier les stations d'études et disposer de spécialistes hautement qualifiés pour les recherches essentiellement ardues que suppose l'interprétation de la vie des Insectes. Voici, par exemple, le fléau des sauterelles qui, l'an dernier, ont exercé dans nos différentes possessions africaines et jusqu'à Madagascar, sur des milliers d'hectares, des ravages d'une ampleur exceptionnelle. On

ignore encore quelles sont les causes réelles de ces débordements périodiques de l'espèce qui conditionnent les invasions. Si les grandes routes de migration, toujours les mêmes, sont généralement connues, bien des obscurités enveloppent les zones réelles de multiplication des acridiens migrateurs et les influences diverses qui favorisent ou entravent le développement et la reproduction des différentes formes. Il y a là, comme le signale et le réclame depuis longtemps M. P. Vayssière, matière à des investigations de longue durée dont le besoin se fait de plus en plus pressant. Ces études ne peuvent être réalisées par un observateur isolé ; elles nécessiteraient l'activité de nombreux chercheurs orientés suivant un plan directeur bien déterminé.

L'éducation et l'acclimatation des insectes auxiliaires qui sont susceptibles d'être utilisés pour restreindre le champ d'activité des différents ennemis de l'agriculture ont été également poussées sur un pied très large dans les stations des Etats-Unis. Mais pour nos stations coloniales, c'est là un vaste domaine biologique encore à peu près inexploré et qu'il serait urgent d'organiser sur des bases sérieuses. J'en dirai autant des maladies parasitaires ou microbiennes qui nécessiteraient les recherches approfondies de nombreux spécialistes. Les Insectes ont leur maladies dont les travaux de d'Hérelle, de Metalnikov, de Paillot en particulier, dans ces dernières années, ont montré la diversité et dont il est permis d'entrevoir la grande importance pratique dans l'avenir lorsque l'on saura mieux développer et entretenir la virulence des différents germes.

*
* *

Le domaine de l'Entomologie dite médicale n'est pas moins étendu que le précédent et les mêmes nécessités de recherches et d'expérimentation multiples s'y retrouvent. Mais on peut dire ici que touchant à l'existence même des populations et des troupeaux, ce domaine offre un intérêt encore plus immédiat, une importance vraiment vitale. Les insectes s'attaquant à l'homme et aux animaux sont légions dans les régions chaudes et leur action de simplement gênante ou importune revêt, dans nombre de circonstances, un caractère néfaste lorsqu'ils interviennent dans le transport des affections. Or, il se trouve que la plupart des grandes maladies coloniales, les plus graves qui menacent l'avenir de la colonisation, comme le Paludisme, la Maladie du sommeil, la Fièvre jaune sont directement et exclusivement tributaires de l'intervention des insectes. Tantôt c'est une maladie de l'nsecte qui passe à l'homme ou une affection de l'homme qui contamine l'insecte, et le cycle morbide se circonscrit étroitement entre ces deux donneurs réciproques, comme c'est le cas pour le Paludisme ; tantôt c'est une affection animale qui est véhiculée fortuitement par l'insecte jusqu'à l'homme, comme dans la Peste. Mais toujours l'intervention de l'insecte demeure capitale pour la diffusion du germe dans le milieu humain, à telle enseigne que la seule mesure vraiment efficace d'éradication de la maladie suppose obligatoirement la destruction ou l'éloignement de l'insecte vecteur. L'Entomologiste, s'il concoit bien son rôle et l'exécute convenablement, aura ici le pas sur le médecin au point de vue des directions de l'hygiène rationnelle, tout au moins leur double action devra-t-elle s'exercer en étroite collaboration.

En matière de maladies transmises par les insectes, l'expérience a montré que la seule action médicale est impuissante à faire disparaître les endémies. Tout au plus peut-on se flatter de tenir plus ou moins en échec les progrès de la morbidité, ou de rendre moins graves les affections. Mais l'éradication formelle des endémies régnantes ne peut provenir que d'une action efficace contre l'insecte vecteur ; il faut le supprimer ou l'éloigner, par des voies biologiques, le rendre hors d'état de nuire en le détournant de l'homme. C'est là un programme que seuls des entomologistes avertis peuvent mener à bien ; aussi avons-nous à déplorer l'insuffisance de l'intervention de ces spécialistes dans l'action sanitaire exercée aux colonies.

Pour la lutte contre la fièvre jaune où la recherche et la destruction de l'insecte transmetteur, le *Stegomyia*, moustique essentiellement domestique, sont relativement faciles, d'excellents résultats ont pu être obtenus par le personnel médical formé aux notions entomologiques courantes que requiert la lutte en question. Si les médecins qui servent sur la côte d'Afrique ne sont pas toujours suffisamment renseignés sur le moustique en question, ceux d'entre eux qui ont passé par l'école pastorienne sont devenus des hygiénistes-entomologistes avertis dont la compétence au point de vue de la recherche des larves de Stegomyia et de la pratique anti-stegomyienne est réellement très grande. Mais le plus souvent, la question n'est pas aussi simple. Prenons, par exemple, le paludisme. L'expérience acquise, depuis plus de vingt ans, par les Américains à Panama, sous l'impulsion de Gorgas, par les Hollandais à Java et à Sumatra, avec Swellegrebel, de Vogel, van Breemen, etc., par les Anglais avec sir M. Watson, dans les États malais, permet d'affirmer que l'extinction durable du fléau palustre ne peut provenir que d'une action efficace contre les Anophèles transmetteurs. Là où l'on s'est borné à intervenir par voie purement médicale en s'efforçant uniquement d'anéantir les virus malariens par la quininisation, l'action prophylactique n'a été ni réellement efficace, ni durable.

Pour obtenir des résultats d'assainissement sérieux il a fallu s'attaquer opiniâtrement aux moustiques eux-mêmes. Ici la question n'a pas tardé à se révéler singulièrement délicate et complexe, et il a été indispensable, pour obtenir des résultats de valeur, de pousser très loin l'étude des Anophèles locaux, tant au point de vue de leurs conditions de vie que de leur rôle infectant réel.

Or, les espèces anophéliennes vivant dans les régions chaudes sont multiples. On en compte parfois plus d'une quinzaine groupées dans une même région géographique et toutes sont loin d'avoir la même importance au point de vue pathogène. Il a fallu d'abord se représenter la valeur réelle de ce rôle, c'est-à-dire étudier comparativement, pour chaque espèce, ses aptitudes relatives à l'infection et à la transmission palustre : expérimentation ardue et dont les résultats, obtenus pour une région, se sont souvent montrés différents pour une autre. Ainsi l'*Anopheles sinensis* vecteur palustre bénin aux Indes et en Malaisie anglaises, s'est révélé à Sumatra beaucoup plus redoutable. Différentes aussi sont les conditions de vie des espèces : certains anophèles aiment les ombrages, d'autres les espaces découverts ; d'où la nécessité d'adapter les méthodes de lutte aux préférences biologiques de l'espèce pathogène dominante, en tenant compte du fait que telle méthode, excellente dans une région, pourra devenir néfaste dans une autre en permettant l'acclimatement d'autres espèces dangereuses. C'est ainsi qu'en Malaisie le déboisement, parfait pour écarter l'*Anopheles umbrosus*, espèce peu dangereuse qui vit sous le couvert des arbres, pourra permettre l'installation et le développement d'espèces vivant à découvert comme *A. maculatus*, vecteur beaucoup plus sérieux.

C'est donc, en quelque sorte pas à pas et par une progression très prudente que, dans de telles conditions, l'Entomologiste parviendra, après un labeur patient et prolongé, à aiguiller utilement l'action sanitaire, et c'est lui seul qui tient en main la clef du succès. Sans lui, sans ses laborieuses et délicates recherches la lutte contre les moustiques vecteurs restera le plus souvent frappée de stérilité, quelles que soient les dépenses matérielles mises en œuvre. Pendant de longues années, par exemple, les grandes villes maritimes des Indes néerlandaises, Sibolga, Batavia, Semarang ont eu à souffrir, à un haut degré, de l'endémie palustre. Les travaux de comblement de marais, entrepris à grands frais dans le but de faire régresser l'infection, demeurèrent sans résultats. Seules les investigations entomologiques, en situant la position exacte des gîtes de développement des espèces dangereuses, ont permis, dans un délai très court, d'éteindre complètement l'endémie.

Cette recherche de l'emplacement exact des gîtes dangereux est de la plus haute importance. A tout instant, en effet, — et nous le savons par expérience, — les travaux d'assèchement et d'assainissement entrepris dans les colonies, se heurtent à des insuccès coûteux lorsqu'ils ne sont pas guidés par des spécialistes. Il est souvent indispensable à l'Entomologiste, pour situer les nappes d'eau dangereuses et l'origine réelle des moustiques à combattre, d'avoir recours à une technique particulière, celle des pulvérisations colorées, imaginée par Griffith à Panama. La méthode consiste à *marquer* sur place un lot de moustiques provenant d'une collection d'eau déterminée, en projetant sur eux, par pulvérisation, de fines gouttelettes de matière colorante. On les laisse ensuite reprendre librement leur vol puis l'on s'efforce de déceler la direction et l'étendue de leurs déplacements possibles, en recherchant systématiquement, par captures massives dans les habitations, suivant un rayon déterminé, la présence de l'un quelconque des moustiques *marqués*. Cette méthode qui nécessite un traitement *révélateur* délicat de la masse des Anophèles capturés, a rendu d'immenses services tant à Panama qu'aux Indes néerlandaises, en permettant de situer à coup sûr des gîtes de développement dangereux, souvent très différents dans leur nature, ou très éloignés des collections d'eau les plus apparentes et sur lesquelles s'étaient vainement portés les efforts.

J'ai insisté quelque peu sur ces techniques et ces délicates recherches de l'Entomologiste malariologue afin d'en faire comprendre toute la difficulté et de démontrer l'importance vitale qu'elles présentent pour l'assainissement, c'est-à-dire pour la mise en valeur fondamentale des régions chaudes. Si j'ajoute qu'à l'heure actuelle c'est par centaines d'espèces que se chiffrent les moustiques et que l'identification précise de chacun d'eux constitue la besogne primordiale de toute étude, on comprend que la tâche des Entomologistes soit loin d'être aisée et qu'elle nécessite une spécialisation longue et ardue.

L'Entomologie appliquée à la Malariologie représente effectivement par elle-même une science de haute spécialité, mais dont la valeur est telle, au point de vue de l'orientation des mesures antipaludiques dans les colonies, que nous voudrions voir chacune d'entre elles dotée d'un nombre suffisant de tels spécialistes. Or, à ce point de vue, un effort timide commence à peine à se manifester ; il reste, pour le moment, limité à l'Afrique du Nord et à l'Indochine, grâce à l'activité des Instituts Pasteur locaux. Toutes nos autres colonies attendent encore, pour conquérir leur assainissement d'une façon durable, d'être orientées dans cette voie de l'étude entomologique appliquée à l'antipaludisme.

*
* *

Si le Paludisme, en considérant l'ensemble de nos colonies, représente l'affection la plus marquante parce que la plus répandue et la plus générale, une autre grande affection tropicale, la Trypanosomiase humaine ou Maladie du Sommeil, nécessite une attention non moins pressante. Cette grave affection transmise par les mouches tsé-tsé, ou glossines, fait planer sur l'avenir de certaines de nos populations, en Afrique Occidentale et en Afrique Equatoriale, une menace de destruction quasi-totale. Depuis plus de 20 ans, on a tenté, par une prophylaxie médicamenteuse appropriée, de réduire le fléau. Les efforts soutenus des savants qui se sont succédés à l'Institut Pasteur de Brazzaville, efforts que j'ai personnellement pu suivre de très près dès l'origine, ont certainement abouti à d'excellents résultats thérapeutiques ; mais l'extinction des grands foyers d'infection reste encore problématique. Depuis de longues années, en A.E.F. et au Cameroun, le Dr Jamot mène avec une inlassable activité, en véritable apôtre, une vigoureuse campagne prophylactique organisée sur des bases chimiothérapeutiques sérieuses. Sous cette attaque incessante du virus dans le sang de l'homme, certains gros foyers d'infection, constamment visités et parcourus depuis dix ans, semblent subir une réduction plus ou moins sérieuse. Mais que cet effort continu vienne à fléchir et l'on verra reprendre l'état de choses angoissant du début.

Or, on sait aujourd'hui très bien comment on peut combattre efficacement la tsé-tsé ou la mettre hors d'état de nuire. Il faut pour cela s'attaquer aux gîtes forestiers de la mouche, y introduire avec la hache et le coupe-coupe l'éclaircissement et l'aération nécessaires, donner de la lumière aux bandes forestières qui enserrent étroitement les villages, les points d'eau, les lieux de campement. En attaquant rationnellement cette ceinture verdoyante où la glossine s'abrite et se reproduit, on mettrait efficacement les populations à l'abri de ses dangereuses atteintes.

Voilà la véritable action prophylactique durable : mettre les populations à l'abri de la mouche. Cette tâche ne dépend pas directement du médecin ; elle doit être accomplie par la voie administrative, appuyant d'une façon coordonnée l'action médicale. Mais les administrateurs qui servent à la Côte d'Afrique, quels que soient leur valeur et leur dévouement, sont en général insuffisamment instruits de l'importance première de leur rôle à cet égard. Avant d'administrer les populations noires il faut les faire vivre, et dans les régions où sévit l'endémie trypanosomienne la vie dépend de l'insecte. Cependant le bagage scientifique des élèves administrateurs ne s'étend pas jusqu'aux notions entomologiques indispensables pour leur permettre d'exercer efficacement leur action de sauvegarde. C'est là un fait regrettable sur lequel nous avons appelé l'attention : ne serait-il pas possible de leur donner dès l'Ecole, en quelques leçons objectives, des connaissances qui leur seraient aussi utiles à eux-mêmes qu'à leurs administrés ?

Orienter nettement les futurs administrateurs vers la réalisation des mesures courantes de protection des populations contre les atteintes des glossines, représenterait pour nous une garantie sérieuse de progrès dans l'aménagement prophylactique si urgent des régions soumises à la Maladie du Sommeil. Mais ceci ne dispensera pas de faire appel à l'action dirigeante et au contrôle d'Entomologistes spécialisés dans la matière. C'est à eux qu'appartiendra l'étude préalable des zones dangereuses, le dépistage des tsé-tsés et de leurs gîtes réels, avant et après les opérations d'assainissement. Ces Entomologistes devront appuyer comme *conseils* les médecins chargés d'inspections sanitaires fréquentes, que nous réclamons également. Ils seront en quelque sorte le bras droit des inspecteurs de la prophylaxie trypanosomienne opérant dans les circonscriptions menacées.

Qu'on ne s'y trompe pas : ce n'est pas là mince besogne ; c'est au contraire une tâche laborieuse et dangereuse, pour laquelle il sera demandé à nos spécialistes à la fois beaucoup de résistance physique, beaucoup de science et beaucoup de dévouement. Leur action dans les pays à tsé-tsés ne se limitera pas d'ailleurs à la protection humaine contre la maladie. Les glossines des différentes espèces tiennent également sous leur dépendance étroite la question de l'élevage et de la vie des troupeaux ; par là, leur présence exerce également une influence considérable sur les conditions de l'alimentation et de la vie humaine. C'est donc tout un vaste programme, d'importance à la fois hygiénique et économique, passionnant par son envergure même, qui sera ouvert aux efforts des Entomologistes, orientés dans le sens de l'étude spéciale des tsé-tsés et de la lutte contre ces insectes.

De même encore, et dans toutes les colonies, c'est à la compétence des Entomologistes qu'il appartiendra de protéger le bétail contre les maladies piroplasmiques et anaplasmiques, affections transmises par de redoutables acariens du groupe des Ixodides, ou Tiques. L'influence économique de ces agents vecteurs d'affections graves, qui dans tous les pays déciment les troupeaux, ne peut être comparée qu'à celle des tsé-tsés dans les colonies de l'Afrique tropicale et équatoriale. En Afrique du Sud, comme aux Etat-Unis, la prophylaxie contre les maladies transmises par les tiques a été depuis longtemps organisée rationnellement et est basée en grande partie sur l'attaque systématique des acariens transmetteurs. Je ne puis insister ici sur les différentes méthodes mises en œuvre. Elles sont

toutes appuyées essentiellement sur la connaissance biologique des espèces régnantes de tiques dangereuses, sur celle des hôtes divers qu'elles exploitent à leurs différents stades, soit à jeun, soit alimentés. En un mot, toutes les délicates et patientes investigations, auxquelles sont exercés les Entomologistes biologistes, retrouvent encore ici toute leur importance maîtresse, dans la direction des mesures fondamentales de préservation.

Si dans les régions de langue anglaise le travail des Entomologistes a été poussé assez loin pour permettre d'édicter à coup sûr les mesures locales les plus favorables pour l'éloignement ou la destruction des tiques, dans nos possessions, au contraire, c'est à peine si le recensement des espèces les plus fréquentes l'Ixodides a été par hasard entrepris.

Au travail si précis des Entomologistes américains ou des savants de l'Ecole de Theiler, dans l'Afrique du Sud, nous ne saurions opposer que des notions généralement trop fragmentaires et insuffisantes pour qu'il soit possible d'en espérer des résultats. Tout est à faire dans cet ordre d'idées pour l'avenir et il est vraiment grand temps de s'en préoccuper.

*
* *

Je ne puis multiplier ces exemples. Ils doivent suffire pour faire comprendre la haute valeur et la portée pratique des Etudes Entomologiques aux Colonies.

Dans toutes ces questions primordiales, intéressant de si large manière l'hygiène, la santé publique, l'élevage, l'alimentation, la production agricole, nous pouvons affirmer que le concours d'Entomologistes spécialisés est devenu indispensable. On peut être surpris que la France, dotée d'un empire colonial plus de vingt fois plus grand qu'elle-même, plus vaste en superficie que les Etats-Unis, n'ait point encore réussi à grouper dans ses domaines la petite cohorte de spécialistes, susceptible d'intervenir si utilement dans le développement de sa prospérité.

Il y a bien à cela des raisons ; il y en a plusieurs. La plus grave peut-être c'est l'indifférence que les non-initiés professent en général à l'égard des adeptes de la science des Insectes ; très peu se rendent réellement compte du rôle de premier ordre que, convenablement orientés, les Entomologistes peuvent jouer dans la colonisation.

De la part du grand public, peu averti des choses de science, une telle indifférence à l'égard des savants qui consacrent leur vie à de difficiles études est excusable. Ce qui est plus grave, c'est que, dans les milieux d'enseignement universitaire, cette même indifférence se soit retrouvée si longtemps. Il ne semble pas que l'Université se soit jusqu'ici bien rendu compte de toutes les possibilités à la fois théoriques et pratiques permises à la science des Insectes, car, en réalité, rien n'a été tenté pour provoquer l'appel des étudiants vers cette science. Nul ne paraît s'être soucié, en particulier, de leur laisser entrevoir, dans le grand domaine colonial de la France, l'immense champ ouvert à leur activité. Il ne s'agit pas ici, bien entendu, de l'enseignement élémentaire figurant aux programmes des divers Instituts coloniaux, de médecine, de médecine vétérinaire ou d'agronomie. Les quelques leçons données aux médecins de colonisation, aux vétérinaires exotiques, aux ingénieurs agronomes coloniaux ne sauraient suffire à former de véritables spécialistes.

Nous avons besoin d'hommes de science pure, dotés d'une instruction biologique et zoologique étendue, en même temps que de solides connaissances d'Entomologie générale. Il faut de plus que, suivant leur orientation de recherches, ces spécialistes soient ouverts aux grands problèmes de la colonisation, soit dans le sens médical et hygiénique, soit dans le sens de la production agricole et économique, et qu'ils ne dédaignent pas de mettre leur science à l'épreuve des questions pratiques. Une telle formation, dans les milieux enseignants officiels, n'existe pas actuellement. Comment donc pourrons-nous trouver les chercheurs à la fois compétents et dévoués dont nous avons besoin ? Leur recrutement restera longtemps encore incertain et trop restreint, tant qu'il n'existera pas auprès d'un haut centre d'enseignement de chaire spéciale de Zoologie parasitaire et d'Entomologie appliquées à la colonisation, à défaut d'un véritable Institut biologique colonial, doté de laboratoires et de collections appropriés.

En dehors des spécialistes de formation scientifique pure, si on les considère dans leur origine première, nous pourrons sans doute encore choisir, comme il a été fait jusqu'ici, d'excellents collaborateurs parmi les médecins et les agronomes coloniaux. Mais la spécialisation de plus en plus étroite nécessitée aujourd'hui par les études entomologiques, ne permet pas non plus d'espérer un recrutement très large de ces précieux collaborateurs, qu'il faudra détourner en quelque sorte de leur carrière première. Rien cependant ne doit être négligé pour s'assurer leur concours et pour les préparer utilement à leur orientation particulière. Celle-ci, pour les médecins du Corps de Santé colonial, qui ont rendu tant de services à la science et à la colonisation, est déjà très largement poussée dans le sens désiré. Il resterait peu de choses a faire pour la compléter comme il convient.

Une autre question primordiale se pose ici, c'est celle de la carrière qui pourrait être assurée à ces Entomologistes de diverses origines. Ils pourront évidemment, pour le présent, en attendant la création future d'un cadre autonome,

être rattachés aux cadres déjà existants, d'Agronomes, de Médecins, de Professeurs coloniaux. De ce côté la question est à l'étude et son importance, en ce qui concerne le recrutement et la carrière des Entomologistes médicaux, n'a pas échappé à la haute attention du Directeur du Service de santé des Colonies, M. le Médecin Inspecteur Général Lasnet. On peut donc espérer arriver prochainement à une solution; mais pour le moment, il faut bien se rendre compte que tout est à faire. Les hommes, les laboratoires, les crédits n'existent pas. Qu'on les donne à la France coloniale et la « méprisable petite armée » que représentent, à l'heure actuelle dans nos Colonies, les spécialistes de l'Entomologie appliquée, grossira en valeur et en puissance pour devenir rapidement digne du deuxième Empire Colonial du monde.

VARIÉTÉS

Le Graphite à Madagascar

Le Graphite. — *Généralités*. — Le graphite est connu depuis une époque très reculée; son usage était très probablement limité à l'art décoratif; des urnes et des vases en terre cuite ont été retirés de tombes très anciennes.

Le graphite a été pendant longtemps considéré comme une curiosité minéralogique qu'on confondait souvent avec d'autres minéraux, tels que la molybdénite et avec d'autres produits artificiels employés pour dessiner ou écrire. Ses qualités réfractaires sont connues depuis plusieurs siècles; Agricola (1495-1550) décrit des creusets réfractaires faits avec du graphite; ces creusets étaient, paraît-il, d'un usage courant chez les alchimistes qui essayaient de convertir en or les métaux non précieux.

Bien que le graphite ait été connu depuis la plus haute antiquité, ce n'est qu'à la fin du XVIII^e^ siècle que sa nature et son identité ont été reconnues. Jusqu'à cette époque, on pensait généralement que le graphite contenait du plomb, d'où les appellations de « plombagine » et de « mine de plomb ».

Le chimiste allemand Heinrich Pott (1692-1777) démontre que la plombagine ne contenait pas du plomb; mais il n'est pas très sûr que son expérience ait porté sur le graphite, étant donné que, dans ses écrits, il ne distingue pas ce minéral de la molybdénite.

Karl Wilhelus Scheele (1742-1786) démontra l'existence du carbone dans le graphite en le faisant brûler dans un courant d'oxygène.

Le nom de graphite fut employé pour la première fois, en 1789, par le minéralogiste Werner.

Le graphite naturel se trouve soit à l'état amorphe, soit cristallisé sous forme d'aiguilles ou en paillettes.

Quand elles sont bien cristallisées, les lames ont un éclat métallique allant du noir au gris d'acier, tandis que la variété amorphe a une couleur mate, noire et terreuse.

Le graphite a une dureté de 1 et un poids spécifique de 1,90 à 2,30, il laisse une trace noire et brillante sur le papier. C'est un bon conducteur de la chaleur et de l'électricité, sa température de fusibilité dépasse très probablement 3 000 degrés; il est combustible, en présence de l'oxygène, entre 620 et 670° C, mais n'est pas altéré s'il est chauffé en vase clos privé d'air.

Chimiquement, le graphite est du carbone pur, il est donc identique au charbon de bois et au diamant.

Outre le graphite naturel, on fabrique aussi au four électrique du graphite artificiel, en partant généralement de l'anthracite ou du coke.

Le graphite est employé à de nombreux usages. Depuis longtemps déjà, on s'en sert dans la fabrication des crayons, soit pur, soit le plus souvent mélangé avec de l'argile. Le graphite et l'argile sont mélangés à sec, puis on y ajoute de l'eau; la pâte ainsi obtenue est malaxée. Les mines sont formées en comprimant la pâte dans un cylindre à l'aide d'un piston plongeur, le fond du cylindre est muni d'orifices qui donnent aux filets plastiques la forme et la dimension désirées; ces filets sont coupés à la longueur voulue et on les fait sécher; les mines sont ensuite cuites au four; plus la température à laquelle on les soumet est élevée, plus elles sont dures; d'où les diverses qualités de crayons.

Le faible coefficient de friction du graphite et sa grande adhérence aux surfaces métalliques l'ont fait rechercher comme lubrifiant et on peut dire que, parmi les lubrifiants solides, il est le plus remarquable, mais, pour cet usage, il doit être très onctueux au toucher et ne pas contenir de corps dur.

Dans les peintures destinées à protéger les constructions métalliques, on emploie beaucoup le graphite. Ces peintures sont généralement composées avec de l'argile, du graphite dur en lamelles et de l'huile de lin pure bouillie; elles ont donné, sous les climats les plus variés, d'excellents résultats.

Le graphite sert également à fabriquer la fibro-graphite obtenue par un mélange de pulpe de bois et de graphite; après y avoir ajouté de l'eau, le mélange est introduit dans un moule cylindrique muni à sa partie inférieure de trous de faible dimension; on le comprime ensuite avec une presse hydraulique; sous la compression, l'eau s'échappe du cylindre, tandis que la pulpe de bois s'oppose au départ de la poudre de graphite, celle-ci est fortement pressée entre les fibres qui s'en imprégnent. On obtient ainsi une masse très dense de bois graphité présentant un aspect doux et satiné, on la sèche à l'air libre, on la sature d'huile de lin purifiée et on la cuit au four à la plus haute température possible.

Cette dernière opération fournit la fibro-graphite avec laquelle on construit des paliers de machines, qui réduisent considérablement l'usure des tourillons qu'ils supportent.

La grande conductibilité du graphite le fait employer dans la fabrication des électrodes et des balais; dans les batteries sèches où il sert à donner de la conductibilité à la masse de manganèse. Il est également très employé en

galvanoplastie, lorsque la couche adhérente doit se déposer sur un moule non conducteur tel que le plâtre ou la terre cuite, on recouvre préalablement celui-ci d'une mince couche de graphite, le courant électrique devant traverser le bain électrolytique et l'objet à recouvrir le métal, peut dès lors passer.

Les graphites de mauvaise qualité servent pour la fabrication de la plombagine ou mine de plomb très employée pour le noircissage des poêles, afin de les préserver de la rouille.

La plus grande partie de graphite cristallin (environ 75 o/o) tel que celui qui est exploité à Madagascar, est employé à la fabrication des creusets.

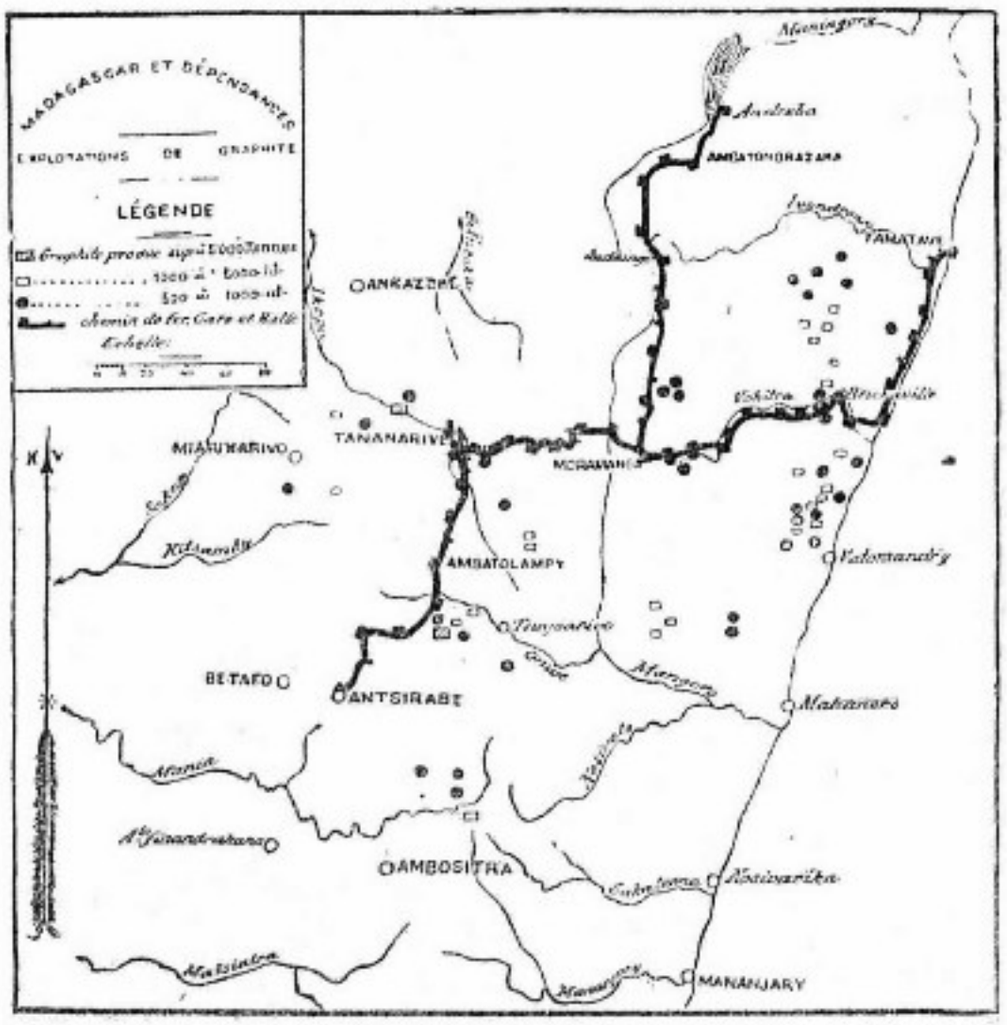


Fig. 1. — L'exploitation du Graphite à Madagascar.

Le graphite est mélangé avec de l'argile, du kaolin et des fragments d'anciens creusets en proportions diverses, suivant les métaux que doivent contenir les creusets.

L'emploi du graphite, dans la fabrication des creusets, a pour but de donner à ces derniers plus de résistance, on peut dire qu'un creuset durera tant qu'il contiendra assez de graphite pour supporter le poids de métal et résister à la manutention.

A sa propriété réfractaire très développée et à celle qu'il a de se défendre contre la corrosion, le graphite joint aussi celle d'être un excellent conducteur de la chaleur, ce qui permet au creuset de pouvoir résister à des changements brusques de température, et à la charge qu'il contient de fondre plus rapidement.

Madagascar. — Historique.

Le graphite est connu depuis longtemps dans notre grande colonie de l'Océan Indien, sous le nom de « tanimainty » sur la côte Est, de « manjamanga » dans le Betsileo et de « manjarano » en Emyrne.

Dès 1838, Ellis signale que les indigènes l'utilisent pour noircir leurs poteries.

Le manque de voies de communication et surtout l'ignorance qu'on avait des débouchés de graphite, furent que, jusqu'en 1904, on ne s'occupa pas de cette substance minérale, cependant si abondante.

A cette époque, M. Léon Suberbie entreprit les premières recherches et réussit en 1907 à trouver l'écoulement de ses produits.

En 1909, devant les résultats obtenus, d'autres prospecteurs firent de nombreuses recherches qui aboutirent, tant sur les plateaux que sur la côte Est, à la découverte de nombreux et puissants gisements.

Dès le début de leur exploitation les graphites malgaches rencontrèrent de sérieuses difficultés dans leur écoulement; on leur déniait toute valeur. Nos exploitants eurent à lutter contre des concurrents, maîtres des marchés depuis longtemps, qui surent profiter de la routine des consommateurs qui consiste pour ces derniers, à n'accepter comme bons, malgré les gros avantages qu'ils auraient à agir autrement, que les produits d'une origine déterminée. Cela est si vrai que les belles qualités des graphites de Madagascar, qui avaient été vendus par certains intermédiaires, comme ayant une autre provenance, furent trouvés excellents.

Les difficultés de placements étaient telles que Madagascar aurait eu beaucoup de peine à se créer, sur les marchés, la place qui devait lui revenir plus tard, si les Allemands ne nous avaient pas déclaré la guerre. Mais, dans la grande tourmente, les nécessités plus fortes que la routine, firent loi. L'emploi des graphites malgaches par la plupart de nos alliés a montré que leurs qualités

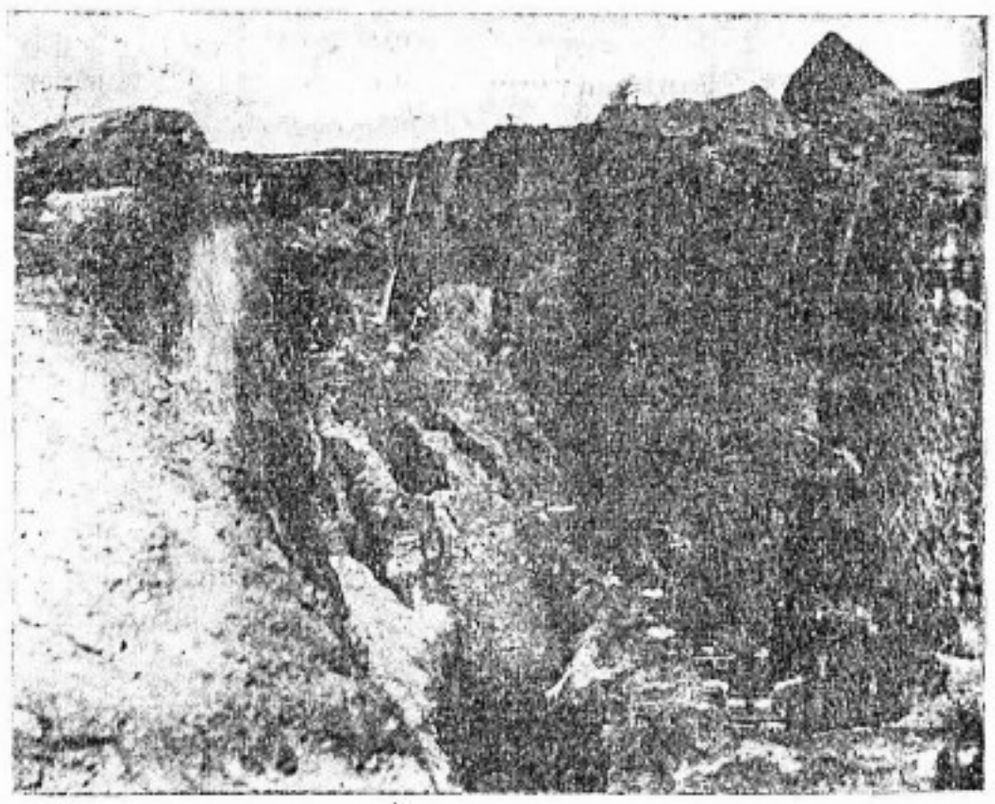


Fig. 2. — Mines de Graphite à Andramasina.

les rendaient au moins comparables aux meilleurs graphites de n'importe quelle provenance.

Aperçu géologique.

Le graphite se rencontre, à Madagascar, dans les roches métamorphiques, telles que les micaschistes et les gneiss, mais c'est uniquement dans ce dernier qu'il donne des gisements exploitables. Il est inclus dans la roche, dans laquelle le carbone a probablement cristallisé de la même manière que les autres éléments qui la composent : quartz, feldspath et mica, et sous l'action des mêmes phénomènes.

Les premières découvertes avaient fait croire qu'il

existait deux venues graphitiques ou plutôt que les gisements avaient deux directions nettement définies à peu près perpendiculaires l'une à l'autre, l'une dirigée Nord-Sud, l'autre Est-Ouest. Depuis, le développement des travaux et la découverte des gisements nouveaux ont montré que les gisements de graphite se poursuivent, du Nord au Sud de l'île, en plusieurs bandes parallèles occupant une grande superficie des roches métamorphiques et orientées, comme ces dernières, très sensiblement Nord-Sud. Mais, à la suite des grands mouvements qui ont affecté les terrains anciens de l'île, les gneiss se sont plissés en tous

Fig. 3. — Exploitation Cymrodorion.

sens et les gisements de graphite, qui ne sont autre chose que des gneiss graphitiques, en ont épousé toutes les fluctuations, d'où les directions diverses variant depuis celle de l'allure générale Nord-Sud des gneiss, jusqu'à la direction Est-Ouest.

Pour les mêmes causes, le pendage est également très variable.

Les gneiss graphitiques ont une allure lenticulaire. Sur les hauts-plateaux, les lentilles ont une puissance variant depuis quelques centimètres à 3 et 4 mètres, parfois plus; elles se poursuivent souvent sans discontinuité sur des centaines de mètres, en conservant sensiblement la même épaisseur. Dans leur ensemble, ces lentilles donnent l'impression de véritables couches qui auraient subi des étranglements en certains points et des renflements en d'autres.

Sur la côte, les lentilles ont, en général, une puissance bien plus grande, 20 et 25 mètres parfois davantage; par contre, elles sont moins allongées et, lorsqu'on les suit en direction, il n'est pas rare de les voir passer brusquement d'une puissance de plusieurs dizaines de mètres à quelques centimètres.

Comme sur les hauts plateaux, à la côte, les gisements ont une allure lenticulaire, mais leur distribution en chapelets y est plus prononcée.

Caractères physiques des gisements.

Une des caractéristiques des gisements malgaches, c'est de pouvoir être exploités pendant de longues années dans la zone d'altération si développée à Madagascar.

Les précipitations atmosphériques, qui ont été dans le passé d'une importance considérable, s'étant effectuées à une température relativement élevée, ont eu pour résultat de produire, dans les parties situées au-dessus du niveau hydrostatique, une altération consistant en une transformation chimique, dont le résultat ultime a été la latérite, qui couvre une grande partie de la grande île d'un manteau rouge ayant une épaisseur atteignant parfois plusieurs dizaines de mètres.

Le graphite, ainsi que cela a déjà été dit, se trouve dans le gneiss, roche métamorphique, dans laquelle il a cristallisé sous forme de paillettes accompagnant ou remplaçant le mica; la cristallisation en aiguilles se rencontre aussi, quoique plus rarement. Il est distribué dans la roche un peu comme tous les autres éléments qui la composent, parfois cependant, il s'est concentré, dans certaines parties des gisements, en petits lits.

La teneur des gisements varie depuis 0 à 15 0/0; elle peut s'élever autour de 80 0/0 dans les parties des gisements où le graphite se trouve en petits lits ou dans les gisements où il forme de véritables couches atteignant 1 m. 50 de puissance.

L'altération des roches ne se limite pas à la couche superficielle de latérite; lorsqu'on examine un gisement de graphite sur une certaine hauteur, on se rend très bien compte des différentes phases qui ont marqué le phénomène d'altération. Dans les parties superficielles, la latérisation a donné une terre graphitique; un peu plus bas, le minerai devient un peu plus consistant, mais il est toujours très tendre; puis, à mesure qu'on s'éloigne de la surface, la structue, d'abord très confuse des gneiss, devient de plus en plus nette; les éléments constitutifs de la roche, très brouillés dans les parties supérieures, se distinguent de plus en plus, on les voit alors occuper la place que le métamorphisme leur a assignée; on passe

Fig, 4. — Exploitation de Tsrazafy.

ainsi à un gneiss encore peu consistant, mais parfaitement caractérisé, contenant un quatrième élément, le graphite. Ce n'est qu'au-dessous du niveau hydrostatique que l'on peut s'attendre à avoir la roche dure.

L'extraction du minerai est grandement facilitée par cette altération qui a, en quelque sorte, substitué sa puissance à celle des explosifs, dont l'emploi est devenu complètement inutile. Cette substitution a eu non seulement pour résultat de réduire le prix de revient de l'abatage à sa plus simple expression, puisque la pelle et la pioche suffisent à ce travail, mais encore celui de supprimer complètement le concassage et le broyage, opéra-

tions préliminaires à tout lavage du minerai et dont les frais sont généralement élevés.

La zone d'altération est si importante qu'il n'y a pas à craindre, d'ici longtemps, un changement de régime pouvant modifier les conditions si avantageuses de l'exploitation des gisements malgaches.

Origine des graphites malgaches.

Bien que la question n'ait pas un grand intérêt au point de vue pratique, on peut se demander néanmoins quelle est l'origine des graphites à Madagascar.

Pendant longtemps, l'origine profonde, liée à des phénomènes volcaniques postérieurs à la formation dans laquelle le graphite se rencontre, était admise sans grande contestation. Elle était basée sur un ensemble de faits, qui

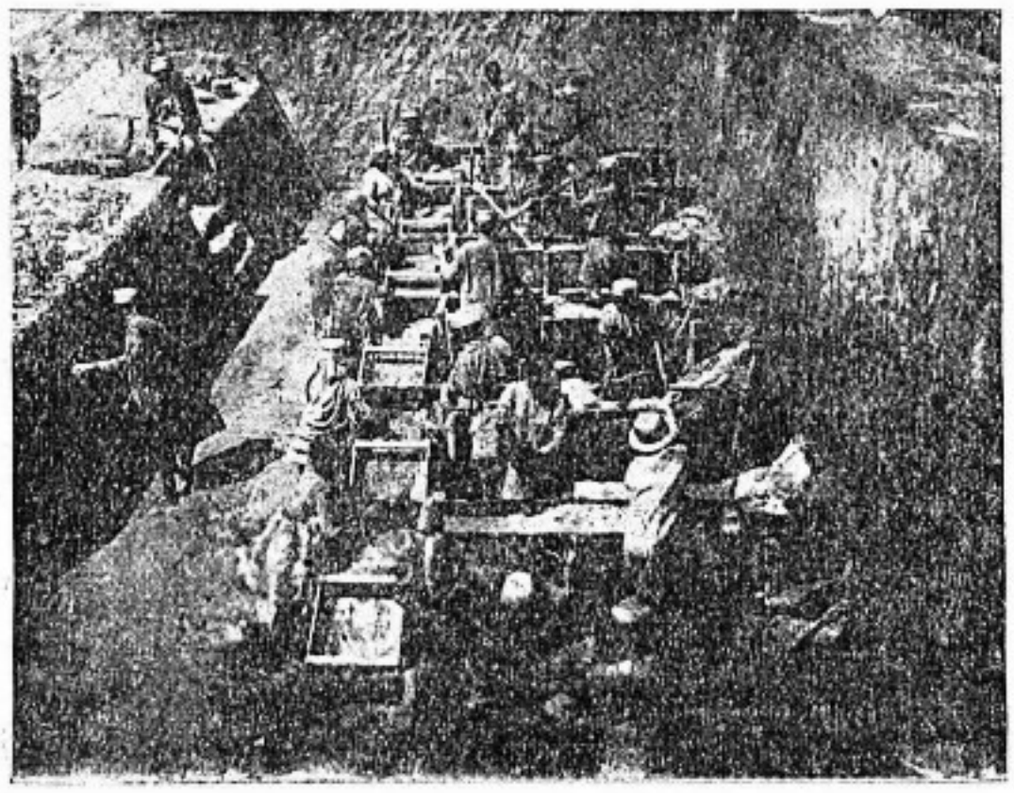


Fig. 5. — Lavage du Graphite.

peuvent parfaitement bien s'expliquer avec une formation sédimentaire.

La principale objection, opposée à ce dernier mode de formation, repose sur la distribution du minéral dans la roche qui, au lieu d'être généralement mélangé avec les autres éléments, devrait former des couches plus ou moins régulières, mais, outre que ce genre de dépôt existe sur quelques points à Madagascar, on peut, semble-t-il — l'origine sédimentaire des terrains métamorphiques étant admise — concevoir sur les bords des bassins des dépôts se formant en eau assez trouble pour que les différentes substances, ne pouvant pas se séparer par ordre de densité, se soient entièrement mélangées et que les matières charbonneuses, résultant de ces dépôts, se soient ainsi trouvées disséminées dans la masse.

Quand plus tard, le métamorphisme est venu exercer son action, il n'est pas plus irrationnel d'admettre que les substances charbonneuses aient cristallisé sous forme de graphite de la même façon que les autres éléments ont cristallisé sous la forme du quartz, du mica ou du feldspath.

Exploitation des gisements.

L'exploitation n'offre aucune particularité quant aux méthodes employées. Elle se fait uniquement à ciel ouvert. On pénètre dans les gisements en tranchées, en ayant soin d'aménager des gradins de 2 à 2,50 de hauteur avec talus légèrement couchés, et laissant entre eux des banquettes de un mètre.

Le prix de revient de l'abatage varie évidemment suivant la quantité du volume de stérile qu'il est indispensable d'abattre, pour assurer aux ouvriers une sécurité suffisante; mais il est toujours assez faible, par suite des conditions avantageuses dans lesquelles se trouvent nos gisements et dont il a été parlé plus haut.

Préparation mécanique.

Le graphite étant entièrement mélangé avec les autres éléments composant le minerai, il est indispensable, pour le rendre marchand, de le séparer de ces autres éléments, c'est par le traitement mécanique qu'on arrive à ce résultat.

Les divers minéraux associés au graphite n'ont pas une densité bien différente de celle de ce dernier, aussi la préparation mécanique de cette substance met-elle moins en œuvre les différences de densité des corps en présence que l'état lamellaire dans lequel elle se trouve, et aussi la propriété qu'elle a, comme les métaux, de s'attacher aux bulles formées par agitation dans un bain d'eau contenant un peu d'huile et, par suite, de flotter à la surface du bain.

La préparation mécanique du graphite comprend les phases suivantes :

1° Débourbage, opération qui a pour but de rendre le graphite libre de sa gangue.

Il se fait dans des auges en bois ou creusées à même le sol dans lesquelles le minerai est brassé

Dans des débourbeurs destinés à remplacer la main de l'homme, tels que caisses-pointues, agitateurs hélicoïdaux ou à palettes; ces débourbeurs tendent de plus en plus à se généraliser.

A la sortie des caisses de débourbage, les troubles sont reçus sur des tamis de mailles différentes ou dans des

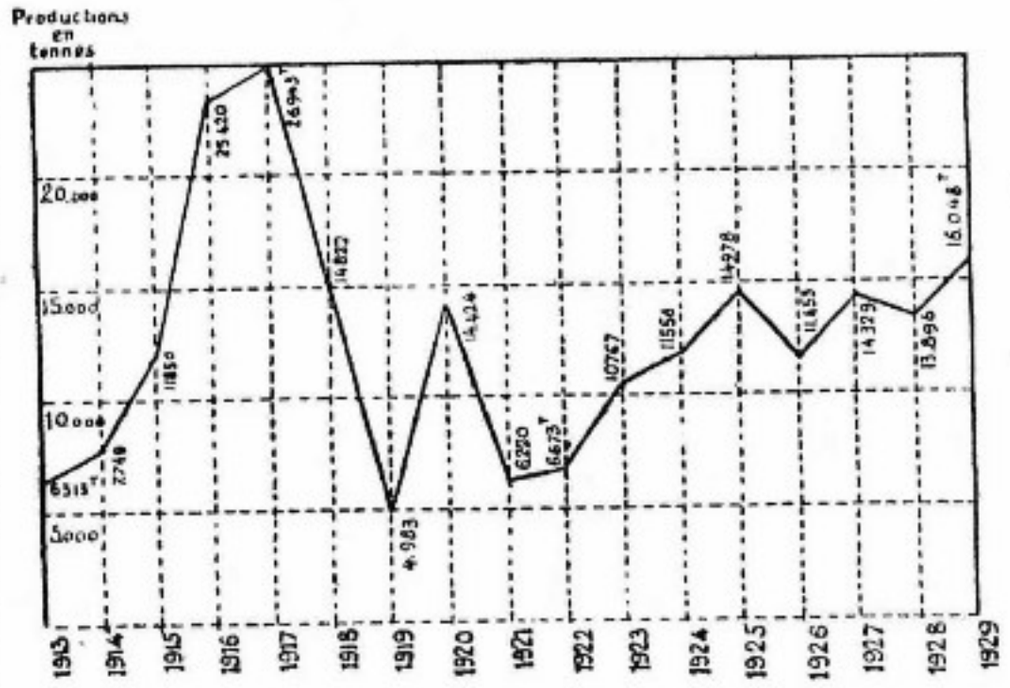


Fig. 6. — Courbe des exportations à Madagascar de 1913 à 1929.

trommels : les boues et une grande quantité de stérile passent à travers les tamis, tandis que le graphite, à cause de son état lamellaire, est retenu.

2° Séchage au soleil ou dans des fours rotatifs;

3° Enrichissement et classement en grosseur par tamisage, soit à la main, soit le plus souvent par tamis à secousses superposées.

L'enrichissement après le débourbage, s'obtient aussi

très bien avec des appareils peu compliqués utilisant le flottage par l'huile, mais sans production de bulles; ces appareils éliminent également bien le mica.

Le procédé par flottation avec agitation et production de mousse donne également de bons résultats.

Par ces diverses opérations on obtient un produit dont la teneur peut atteindre 85 à 90 o/o.

Purification mécanique. — Pour éliminer les petits grains de quartz qui se trouvent encore mélangés avec le graphite, on soumet ce dernier au moulage et on tamise ensuite sur tamis à mailles très fines.

Purification chimique. — La purification chimique a pour but d'obtenir des produits très riches en carbone 98 et 99 o/o; elle ne se fait pas dans la colonie, mais plusieurs producteurs malgaches la font en Europe.

Ceux qui ont pu suivre les différentes phases par lesquelles l'industrie de graphite est passée depuis ses debuts ne peuvent que constater, avec plaisir, les progrès accomplis par les prospecteurs dans le traitement mécanique de leurs produits, progrès qui vont en s'accentuant de jour en jour.

Commission officielle des graphites. — Une commission officielle de graphite a été instituée par un arrêté du Gouverneur Général en date du 15 mars 1922. Elle est composée d'exploitants et présidée par le Chef du Service des Mines.

Cette Commission a pour but d'étudier toutes les questions techniques et économiques concernant l'industrie du graphite, et de suggérer à l'autorité supérieure les mesures qu'il y a lieu de prendre pour le développement de cette industrie.

Ainsi, pour éviter que les graphites malgaches soient dépréciés par une mauvaise présentation, plusieurs types de standard seront créés prochainement.

Exportations. — Les exportations ont été en 1929 de 16.000 tonnes d'une valeur de plus de 30 millions de francs.

Conclusion.

Le graphite constitue à Madagascar une richesse minérale de tout premier ordre; il est très répandu dans tout le massif cristallin, dans lequel il forme de nombreux et importants gisements; on peut dire, sans témérité aucune, que notre colonie de l'Océan Indien constitue en graphite, et constituera pendant longtemps, une réserve unique au monde.

Les garanties que les acheteurs peuvent avoir, la facilité d'exploitation des gisements, la qualité des produits obtenus et leurs diversités, la préparation de plus en plus soignée de ces produits ont permis à la Grande Ile de prendre la première place parmi les pays producteurs de graphite cristallin.

NOTES ET ACTUALITÉS

Spectroscopie

Verres pour rayons invisibles. — On sait tout l'intérêt qui s'attache actuellement, du point de vue scientifique et médical, aux rayons invisibles des deux extrémités du spectre, rayons ultra-violets et rayons infra-rouges. Cependant, si les verres à vitre ordinaires sont opaques pour ces deux espèces de longueurs d'onde, le quartz, qui jouit de la transparence cherchée, reste beaucoup trop onéreux pour un usage pratique. Aussi l'attention a-t-elle été dirigée, ces dernières années, vers la fabrication de verres spéciaux, répondant, dans chaque cas, au but à atteindre. Dans une conférence devant l'*Illuminating Engineering Society*, en décembre 1930, S. English a rendu compte des efforts déjà tentés, en ce sens, par les chimistes (1).

En ce qui concerne l'ultra-violet dont, en particulier, l'intervalle 3200-2950 angströms s'est montré thérapeutiquement très actif, les substances reconnues les plus avantageuses pour la transparence ont été la silice et l'acide borique. Au contraire, l'oxyde de titane et l'oxyde ferrique sont nettement défavorables. Afin de ne laisser subsister, dans un verre, que la quantité minimum d'oxyde ferrique, on a trouvé à propos de recourir à une fusion en milieu réducteur, fusion qui substitue, à l'oxyde ferrique, l'oxyde ferreux beaucoup plus transparent. Des agents réducteurs, tant organiques qu'inorganiques, ont été employés à cet effet. Il faut remarquer, d'ailleurs, que les verres préparés dans de telles conditions, sont susceptibles de changer de teinte au cours du temps, par suite de réoxydation.

Tout différents sont les verres Wood, à base de potasse et d'oxyde de nickel. De couleur bleue foncée, les verres Wood se laissent traverser par les rayons ultra-violets, pour des longueurs d'onde comprises entre 3900-3100 angströms environ. Ils permettent de réaliser une enceinte sombre, bien qu'irradiée de rayons ultra-violets. Les rayons ultra-violets n'y trahissent leur présence que par leur rencontre avec une substance fluorescente convenable. Par exemple, le verre canari, à base de soude et de chaux, et impureté d'oxyde d'uranium, manifeste, sous leur impact, une fluorescence verdâtre très intense. Les verres Wood, dont on a envisagé de tirer parti pour la signalisation invisible, trouvent encore des applications nombreuses dans les laboratoires de recherche et dans le commerce.

Comme dans le cas des rayons ultra-violets, pour rendre un verre transparent aux rayons infra-rouges, il est nécessaire de faire passer le fer qu'il contient à l'état ferreux. L'absorption calorifique des verres ainsi préparés est reliée, dans une certaine mesure, à leur couleur, mais sans connexion étroite.

A l'exemple des rayons ultra-violets, il existe des verres qui transmettent les seuls rayons infra-rouges, en interceptant tous les autres. Ces verres, qui paraissent noirs sous une épaisseur de 2 millimètres, affectent une couleur rougeâtre lorsque leur section est suffisamment mince. Ils servent aussi pour la signalisation invisible, et, en particulier, pour les signaux d'alarme. Leur emploi a, sur celui des verres Wood, l'avantage que les rayons infra-rouges sont plus faciles à produire en quanitté que les rayons ultra-violets, sans être d'autre part, si aisément absorbés par l'atmosphère.

S. V.

(1) *Nature* (de Londres), 28 février 1931.

Physique biologique

La sensibilité de l'épiderme humain aux rayons ultra-violets. — Le rayonnement ultra-violet, dont la thérapeutique tire un parti chaque jour plus étendu, ne se prête guère à un dosage du point de vue physiologique. Le procédé, à peu près uniquement adopté, consiste à utiliser le patient lui-même comme indicateur et à calculer l'irradiation, à partir de l'érythème provoqué sur une région donnée, généralement la face interne de l'avant-bras. Cependant, les divers épidermes, encore qu'inégalement photo-sensibles, ne tolèrent pas sans danger l'irradiation, au-delà de certaines limites. Ces circonstances, avec l'indécision qu'elles entraînent, laissent entrevoir toute l'insuffisance des seules indications d'appareils inanimés.

A la suite de Hausser et Vahle, et de Luckiesh et de ses collaborateurs, Coblentz, Stair et Hogue (1) se sont attachés à l'aspect spectroscopique du problème. Comme leurs devanciers, ils ont dû lutter contre la difficulté de définir l'érythème minimum perceptible, d'apparition toujours plus ou moins contestable. Les longueurs d'onde inférieures à 270 μμ fournissent un exemple de cette difficulté par l'érythème minimum qu'elles provoquent, érythème de caractère hautement transitoire, appelé à augmenter tout d'abord, pour disparaître ensuite en quelques heures.

Coblenz, Stair et Hogue ont choisi, comme source de radiations, une lampe quartz-vapeur de mercure, actionnée sous voltage constant. De cette manière, les intensités spectrales obtenues pouvaient être considérées comme constantes à 5 o/o près.

D'après les expériences, l'intervalle des longueurs d'onde efficaces débute à environ 315 μμ pour se terminer au-dessous de 240 μμ. La courbe représentative de la réaction érythémique, suivie en fonction de la longueur d'onde, vers les longueurs d'onde décroissantes, s'élève brusquement jusqu'à un maximum, à 297 μμ descend plus doucement jusqu'à un minimum à 280 μμ environ, pour augmenter ensuite jusqu'à un maximum moins accusé que le premier, dans la région de 250 μμ.

Les propriétés érythémogéniques de la radiation ultraviolette dépendent, tant de l'intensité du rayonnement, que de la susceptibilité de la peau aux diverses longueurs d'onde. Mais, à la différence de la courbe de sensibilité spectrale de l'œil, qui varie avec les individus, la courbe spectrale de la réaction érythémique de l'épiderme est pratiquement la même pour les uns et pour les autres. Pour la longueur d'onde 297 μμ, l'apparition de l'érythème minimum perceptible exigerait environ 500.000 ergs.

Les effets des surexpositions échappent souvent à l'interprétation. Par exemple, avec la radiation 254 μμ, une surexposition prolongée ne cause qu'une brûlure superficielle, tandis qu'une surexposition légère, sous la longueur d'onde 313 μμ, provoque une ampoule douloureuse.

D'accord avec Luckiesh, les expérimentateurs ont vérifié que l'efficacité biologique suit une loi de réciprocité assez exacte. En d'autres termes, s'il s'agit d'un même effet à obtenir, la réduction de l'intensité de l'irradiation exige un accroissement correspondant de la durée.

S. V.

(1) *Procéélings of the National Academy of Sciences*, juin 1931.

Pathologie végétale

La pourriture de l'inflorescence du palmier dattier. — Il y a déjà longtemps que l'on a signalé la pourriture de l'inflorescence du Dattier, mais ce n'est que récemment qu'on est parvenu à déterminer sa cause. Dans un intéressant mémoire, M. Chatrolin indique que cette maladie, qui apparaît au printemps, dès la sortie des régimes, entre les gaines des feuilles, est causée par un Hyphomycète (*Manginiella Scættæ* Cav.) qui se trouve toujours à l'état pur dans les tissus atteints (*Bulletin de la Direction de l'Agriculture de Tunisie* (1929, n° 137).

L'infection de la jeune inflorescence du *Phœnix dactylifera* L, survient alors que la spathe est encore cachée par les gaines foliaires. Son origine est externe et elle est favorisée par les pluies. L'infection se produit mieux en l'absence de lésion préalable des tissus de la spathe.

Au début, le mycélium de *Manginiella* est intracellulaire, ou tout au moins accolé à la surface des parois cellulaires; il est dépourvu de suçoirs et se développe surtout dans les boutons floraux. Il évolue également à l'intérieur des tissus, mais pour disparaître après la formation des conidies.

La généralisation de l'infection ne se produit que dans les tissus envahis depuis longtemps. Le parasite donne sur les tissus attaqués — ainsi que sur milieux artificiels — des fructifications conidiennes en chaînes qui se désarticulent en leurs éléments.

M. Chabrolin a établi l'identité de la maladie décrite sous le nom de *Khamedj* dans les différentes oasis de l'Afrique du Nord avec l'affection étudiée par Cavaro qui l'attribua à *Manginiella Scættæ*. Cette infection de l'inflorescence du Dattier existe à l'état endémique dans toute la partie nord de l'Afrique qui s'étend de la Cyrénaïque au Maroc; il ne semble pas qu'elle ait été observée dans les autres contrées où l'on cultive le *Phœnix dactylifera*.

Tout régime contaminé est pratiquement perdu. Comme tous les régimes d'un même palmier peuvent être détruits et que la proportion des dattiers malades atteint parfois 5, voire même 10 p. 100 en année humide; l'importance économique du Khamedj pour les indigènes de nos oasis est considérable, d'autant plus qu'il peut reparaître chaque année sur le même arbre.

Il y aura sans doute lieu à l'avenir de faire état de l'observation, faite à Tunis par M. Chabrolin, que des dattiers appartenant à l'espèce *Phœnix Canariensis* vivent indemnes parmi des palmiers de l'espèce *Phœnix dactylifera* contaminés, et peut-être arrivera-t-on à sélectionner des variétés de dattiers résistantes à *Manginiella Scættæ;* mais comme il importe d'agir vite avec des moyens simples il serait bon de vulgariser, ainsi que le recommande M. Chabrolin, les procédés de lutte suivants :

1° « Enlèvement complet des inflorescences malades sur les arbres femelles et sur les arbres mâles voisins ». Destruction de ces inflorescences par incinération.

2° « Epandage à la main, sur les Palmiers ayant porté des inflorescences malades, d'un mélange constitué par une poignée de sulfate de cuivre en poudre (dit neige) pour trois poignées de chaux en poudre. Ce mélange devra être répandu à la base des palmes, tout autour du cœur du Palmier, et surtout dans la région où se forment les nouvelles inflorescences. »

Par ces procédés moins compliqués que ceux appliqués par les indigènes et certainement plus efficaces, employés au moins au début sous le contrôle des Services Phytopathologiques, on arrivera vraisemblablement à lutter utilement contre les ravages du Khamedj dans les palmeraies de l'Afrique du Nord.

A. B.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

Faits et Théories. — *Pour l'exploitation rationnelle des navires.* — Un mémoire, présenté en novembre 1930 à la Société des *Naval Architects de New-York*, par MM. Ferguson, Petersen et Stocker (et dont le *Bull. du Bureau Veritas* a publié des extraits dans son fascicule de février dernier), fait ressortir l'économie qui résulterait de diverses dispositions, d'une réalisation facile, tendant à favoriser la manutention rationnelle des marchandises à l'embarquement et au débarquement.

Les auteurs font d'abord remarquer que, pour les navires de charge, les frais de manutention représentent communément de deux à trois fois la dépense de combustible et atteignent aux environs de 25 à 50 o/o des frais d'exploitation en général. Or, les constructeurs ne semblent pas s'être suffisamment préoccupés, jusqu'à présent, d'étudier les dispositifs divers qui seraient de nature à réduire efficacement l'importance de ces frais. Il n'est pas sans intérêt de considérer que cette critique est formulée à l'égard des industriels du pays où les principes de rationalisation ont été le plus généralement poussés jusqu'à leurs plus extrêmes conséquences.

Or, les remèdes préconisés consistent, le plus ordinairement, bien moins en innovations ou en réformes radicales qu'en une meilleure disposition des organes normalement utilisés.

Ainsi, les treuils ne doivent pas seulement développer une puissance suffisante; leur position doit encore être étudiée avec attention, de façon que l'homme qui les manœuvre ait une vue aisée sur le panneau desservi. En ce qui concerne les panneaux eux-mêmes, c'est-à-dire les ouvertures pratiquées dans les ponts pour la descente des marchandises dans les cales et leur remontée, il est à remarquer que les moyens de fermeture (qui doivent être hermétiques), sont souvent beaucoup trop compliqués, même sur des navires récents. Un temps précieux est gaspillé à la manipulation des trop nombreuses pièces de bois que comporte le dispositif de fermeture. L'emploi d'éléments d'acier, formés de tôles fixées sur une charpente en profilés, réduirait la dépense afférente de près de moitié.

Les auteurs du Mémoire insistent sur l'avantage que présentent, pour l'embarquement, les sabords, c'est-à-dire les ouvertures pratiquées dans les murailles latérales du navire, par rapport à celles qui sont percées dans les ponts. Un sabord bien établi, donnant accès aux passerelles d'embarquement, de plain pied avec le pont sur lequel doit reposer le chargement, permet le transport en ligne droite, en évitant l'obligation de lever le colis pour le redescendre immédiatement ensuite. Si ce colis doit être embarqué dans une cale inférieure, la descente sera opérée par le seul jeu de la gravité, sans aucun levage préalable. Le déchargement est également beaucoup plus rapide, du fait qu'on peut y employer plus d'hommes et que ceux-ci n'ont pas à attendre après le crochet du mât de charge. On doit pouvoir débarquer de la sorte 1 t. 72 à 2 t. 23 par homme et par heure, alors que, dans le cas d'opérations par panneaux, cette moyenne n'atteint pas, dans les conditions les plus favorables, le chiffre de 1 t. 3. Or, fait-on remarquer, c'est seulement par routine et parce qu'autrefois les murailles des vaisseaux ne permettaient pas d'ouvertures latérales suffisantes, qu'on n'utilise pas davantage les sabords de charge.

Bien entendu, cette réforme implique les consolidations nécessaires ainsi que toutes modifications utiles en vue de faciliter l'utilisation des sabords et d'en rendre la fermeture parfaitement étanche à la mer. De même, l'outillage des ports devra parer, autant que possible, aux conséquences du mouvement de la marée, par des dispositifs tels que passerelles ou rampes mobiles.

Un autre obstacle à l'économie et à la rapidité des manutentions réside dans le petit nombre ou l'insuffisance de hauteur des mâts de charge, qui ne permettent que rarement de former deux lignes de travail sur le quai. Ces exemples ont l'avantage de faire constater que les grands progrès de la technique ont laissé subsister bien des traditions routinières, que les théoriciens de la rationalisation éprouveront encore quelque mal à réduire.

Turbines extra-légères à haute pression. — Un dispositif nouveau de turbine à vapeur a été installé l'an dernier sur un petit bâtiment du service des douanes allemandes. Cet appareil, réalisé par le Dr Wagner, comprend une petite turbine à deux étages et une chaudière spéciale à tubes d'eau. Le rotor HP de la turbine à 21.000 tours par minute et le rotor BP. à 14.500; des engrenages à réduction double ramènent à 500 tours la rotation de l'hélice. La puissance développée est de 500 CV. La chaudière fournit la vapeur à 24 kg. 5 et à 420°. Deux installations plus puissantes sont en achèvement sur deux vedettes des douanes, mesurant environ 20 mètres de longueur.

La puissance de chacun des deux appareils atteindra 1.600 CV; les allures de rotation restant les mêmes que pour l'installation décrite. La chaudière fournira la vapeur à la pression de 45 atmosphères; l'eau d'alimentation étant réchauffée à environ 180° et l'air à 200°. La consommation de mazout prévue est de 330 gr. par cheval-heure.

La disposition de cet appareil est très rationnelle et fort ingénieuse; le rendement de la turbine atteint 65 o/o, soit celui d'une machine alternative à turbine auxiliaire. Mais sa caractéristique la plus remarquable consiste dans le poids minime que le constructeur est parvenu à réaliser. Le poids unitaire de l'ensemble de chacune des installations de 1.600 CV (non compris les arbres), est de 9 kgr. par cheval; d'autre part, ce poids pourrait être abaissé à 6 kgr. pour un appareil destiné à un service moins dur, moyennant une légère modification de la chaudière. Je rappellerai, à titre de comparaison, que le poids unitaire d'une installation de turbines ordinaires pour navire de grand et moyen tonnage, avec des chaudières cylindriques, est d'environ 170 kgr.; il se ramène à 105 kgr. avec des chaudières à tubes d'eau. Enfin, les appareils extra-légers de torpilleurs pèsent au minimum de 15 à 20 kgr. par cheval.

Indépendamment de l'intérêt incontestable que ce nouveau type de turbine présente pour les navires de faible tonnage et embarcations, son auteur envisage l'installation d'appareils semblables, mais plus robustes, à bord des bâtiments de commerce ordinaires. Il estime pouvoir ainsi, à égalité de rendement, obtenir une forte réduction de poids et un gain considérable d'encombrement, les chaudières pouvant être disposées au-dessus des turbines, dans un même compartiment.

Un nouveau procédé de renflouage par congélation. — Dans ce procédé, qui est en études aux Etablissements *Escher Wyss*, de Zurich, il est fait état d'une conception fort originale. L'obturation provisoire de la brèche ouverte dans la coque du navire, par suite d'abordage ou

d'accident, est obtenue, non pas au moyen de paillets et de prélarts comme dans les méthodes courantes, mais par la congélation de l'eau autour de la partie avariée. On recouvre le trou de la coque par un réseau de tubes d'acier en communication avec une machine frigorifique, puis on fait détendre dans ce réseau de l'ammoniac sous pression. La glace, qui recouvre rapidement les tubes, devient jointive et obstrue peu à peu l'ouverture. On a utilisé pour les expériences un appareil d'une capacité frigorifique de 30.000 calories-heure, avec évaporation à —35°.

Louis Basso.

Quelques tendances du Diesel marin. — Le nombre des navires à moteur Diesel mis en service dans le monde entier, au cours de l'année 1930, s'st élevé à 240, pour 189 en 1928 et 181 en 1929. L'Angleterre a fourni de beaucoup la plus forte part de ce contingent, soit 109 navires.

Une première tendance, qui ressort du simple examen des statistiques, est le progrès considérable qu'accuse la diffusion du moteur à deux temps dans les marines de commerce. On sait qu'à l'origine, les préférences de l'armement allaient au moteur à quatre temps, considéré comme plus maniable et plus sûr, d'un prix de revient moindre et, sans doute aussi, parvenu à un degré de perfectionnement plus sensible dès cette époque. Depuis, le moteur à deux temps a fait l'objet d'études très actives et il n'est plus douteux qu'aujourd'hui sa mise au point ne doive être tenue pour un fait accompli. Les avantages qu'il est appelé à procurer aux usagers, sous le rapport de l'alignement aussi bien que de l'économie de consommation, commencent à être appréciés d'une façon très générale, aussi bien pour les puissances moyennes ou relativement faibles, que pour les fortes puissances auxquelles on le considérait d'abord comme plus particulièrement destiné. Sur les 189 installations de 1928, 104 étaient équipées de moteurs à quatre temps, contre 85 à deux temps. En 1929, les deux chiffres étaient respectivement de 115 et de 66. En 1930, pour 126 navires munis de moteurs à quatre temps, il en a été construit 127 équipés de moteurs à deux temps.

Bien entendu, une progression de ce genre ne doit pas être interprétée à la lettre, comme signifiant le recul d'un type de moteur en présence de l'essor d'un dispositif plus perfectionné. Les avantages du moteur à deux temps ne font nullement disparaître les qualités du moteur à quatre temps; il faut voir, bien au contraire, dans cette nouvelle tendance, l'indication d'un progrès intrinsèque accompli dans la conception du moteur marin *en général*, progrès qui permet, dès à présent, de réaliser heureusement des appareils fonctionnant sur des cycles divers, susceptibles, par conséquent, de donner pareillement satisfaction à des exigences diverses, et de résoudre des problèmes qui se posent dans des conditions techniques et économiques assez différentes.

Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que le moteur à quatre temps a réalisé, de son côté, un perfectionnement très sensible et qu'en particulier, la création et le développement continu des dispositifs de suralimentation et de compoundage lui ouvrent de nouvelles perspectives, que les constructions récentes ne font qu'accentuer.

La tendance à l'extension du double effet est, par contre, moins aisée à mettre en évidence. Nulle en ce qui concerne le moteur à quatre temps (en 1930 : 8 appareils à double effet seulement, contre 120 à simple), elle s'amorce cependant de façon indéniable pour les moteurs à deux temps. De 10 appareils à double effet contre 102 à simple pour les navires achevés en 1930, nous passons, en ce qui concerne les navires en construction au début de 1931, à 26 à double effet contre 101 à simple.

Cette légère progression se rattache elle-même, d'ailleurs, au développement d'une autre tendance plus générale, qui consiste à rechercher l'allègement des moteurs, en même temps que la réduction de leur encombrement. Ce sont là deux qualités, on le sait, dont l'importance est essentielle en matière de constructions navales. Or, si l'adoption du double effet peut concourir à la réalisation de cet objectif, le facteur principal en réside tout d'abord dans la nécessité d'agir sur la vitesse de régime, l'allure de rotation du moteur. A différentes reprises, j'avais insisté déjà, dans ces notes, sur l'intérêt que peut présenter l'accélération de l'allure des Diesel employés à la propulsion, à une époque où cette tendance s'annonçait encore à peine. Je ne puis faire moins que de signaler

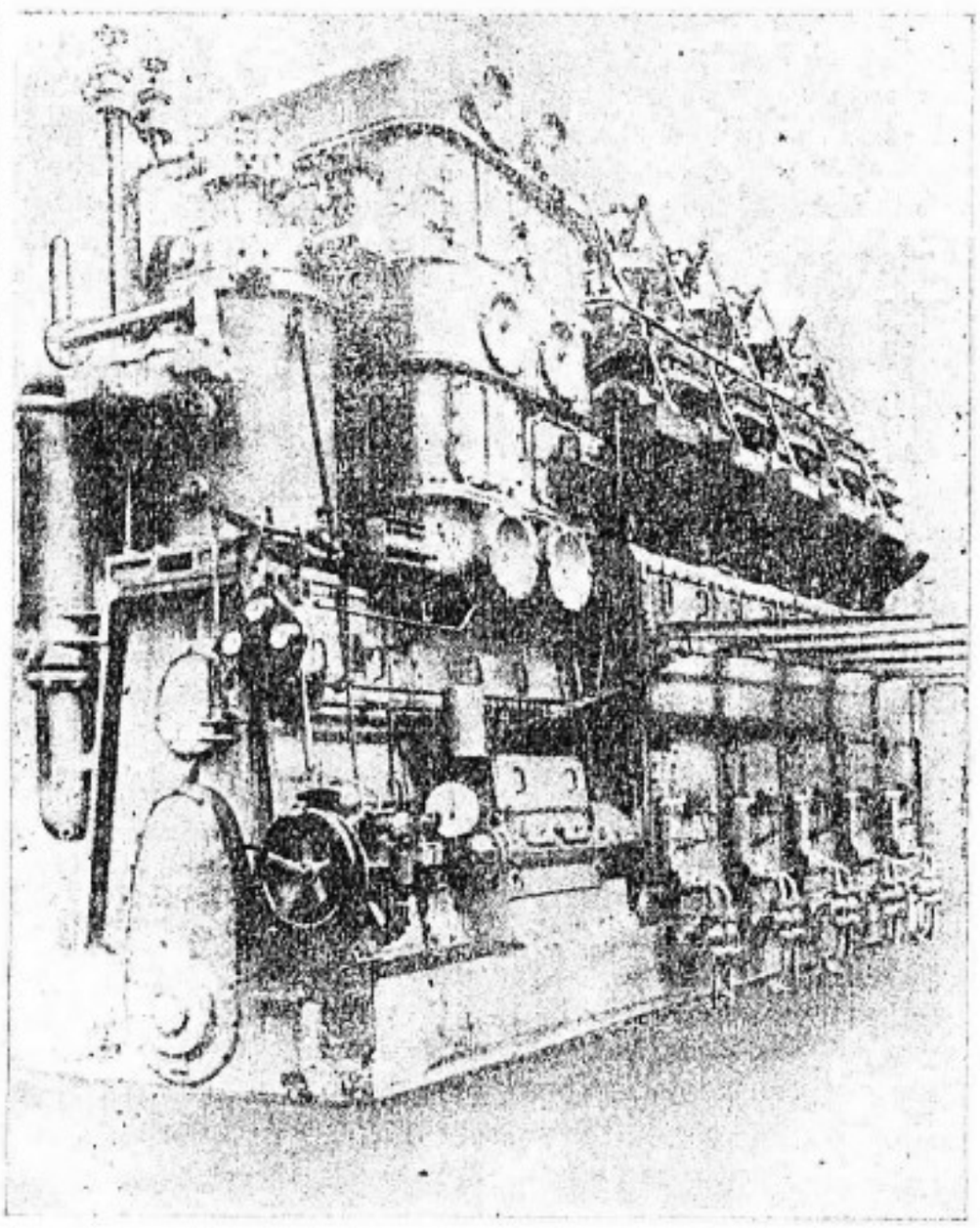


Fig. 1 — Moteur M. A. N., 2 temps, double effet 2750 C.V. (215 tours).

aujourd'hui l'accentuation très remarquable du mouvement, en montrant par un nouvel exemple, la nature des applications qu'il est susceptible d'intéresser plus spécialement.

La tendance générale à l'allègement s'est imposée à tous les constructeurs, en particulier pour les appareils développant des puissances moyennes, c'est-à-dire ne dépassant pas l'ordre de 3.000 CV. Je signalerai notamment le nouveau type marin, étudié par les Etablissements Sulzer, plus léger et également moins cher que leur type standard construit jusqu'à présent. Il s'agit d'un moteur à deux temps et à simple effet, pour lequel on a substitué l'injection mécanique à l'injection par air comprimé et dont le nombre de tours a été légèrement augmenté. Le moteur est établi en trois séries, les puissances s'échelon-

nant entre 600 et 3.000 CV; les vitesses correspondantes variant, des puissances moindres aux plus fortes, de 200 à 150 et 125 tours.

Mais, dans cette orientation particulière, les initiatives les plus significatives nous sont présentées par les constructeurs de moteurs MAN. J'ai signalé déjà les caractéristiques des appareils des paquebots allemands *Saint-Louis* et *Milwankee;* voici un dispositif du même genre, adopté pour un cargo rapide, le *Kota Agveng*, qui vient d'être construit à Rotterdam.

Il s'agit d'un bâtiment d'une portée en lourd de 9.500 tonnes, destiné à la ligne des Indes Néerlandaises, qui peut transporter 14 passagers de cabine et 1.300 voyageurs d'entrepont.

D'autres navires identiques, appartenant à la même série, sont propulsés par un moteur unique de type normal, tournant à environ 85 tours. Sur le *Kota Agoeng*, la machinerie comporte deux moteurs MAN, tournant à 215 tours et actionnant, par l'intermédiaire de joints Vulcan et d'engrenages réducteurs, une hélice unique à 90 tours environ.

Les moteurs en question, dont l'un est représenté sur la figure ci-dessus, sont à deux temps et double effet, à cinq cylindres directement réversibles; chacun d'eux développe sur l'arbre 2.750 CV. Les engrenages et les joints hydrauliques absorbent une fraction de puissance d'environ 5 o/o, la puissance totale effectivement transmise à l'hélice est de 5.200 CV.

Le diamètre des cylindres est de 520 mm. et la course de 700. La pompe de balayage et le compresseur d'air sont placés en avant.

Cette installation réalise, par rapport à celles des cargos de la même série, munis cependant d'un moteur unique, une réduction de poids d'environ 140 tonnes. L'encombrement se trouve de même sensiblement réduit, considération d'autant plus intéressante qu'il s'agit de bâtiments destinés à recevoir des passagers. On remarquera que l'économie de poids ne porte pas seulement sur les moteurs aux-mêmes; en raison de la régularité du couple moteur qui résulte de l'accouplement des moteurs et de l'interposition des jaints hydrauliques, il devient possible de réduire le diamètre de l'arbre porte-hélice et par conséquent le poids de celui-ci.

Il existe d'ailleurs actuellement 29 installations de ce type en service, parmi lesquelles celle du dernier croiseur allemand, qui comporte une puissance totale de 50.000 CV.

Louis Basso.

Agriculture

L'Explosif agricole et les Engrais en Algérie. — Me souvenant des expériences de Georges Ville qui cultiva du blé dans le verre pilé, j'avais installé à Vanves (Seine), il y a quelques années un jardin sur un tas de machefer. Je n'espérais pas y faire des récoltes d'abondance. Avec de l'eau, quelques engrais et un peu de fumier, j'ai tout de même récolté sur ce sol artificiel et stérile, des Sorghos de 1 m. 80 de hauteur, des choux pommés, des navets gros comme le poing, des haricots et 800 grammes de pommes de terre par pied.

Cette expérience, peut-être un peu fantaisiste, eut à l'époque une certaine influence sur la population ouvrière du voisinage.

C'est elle qui m'a donné l'idée de cultiver la molasse du Sahel d'Alger, le grès à ciment calcaire du littoral algérien, le deb-deb- gypseux du Sahara et de transformer à l'aide de l'explosif agricole, les bancs de roches ingrates, complètement stériles en un sol cultivable ; d'y faire des plantations et d'y récolter en abondance, des primeurs, des fruits, des raisins et des dattes.

C'est cette expérience d'autrefois qui m'a permis d'entraîner quelques colons audacieux, tant j'avais la certitude du succès final.

L'explosif agricole : c'est un explosif nitré. *En matière agricole il ne faut employer que des explosifs nitrés.* Les explosifs chloratés sont des poisons pour les plantes.

L'explosif agricole est constitué par un mélange variable de trinitrophénol (mélinite), mono ou di-nitro naphtaline, trinitrotulène ; c'est un résidu de la guerre qui servait à charger les obus.

C'est un explosif de sûreté insensible au choc : une caisse d'explosif agricole peut se briser, mais elle n'éclate pas en tombant.

Cet explosif mis dans le feu brûle sans éclater. Il est encartouché en papier paraffiné de telle manière que son emploi dans l'eau est facile.

L'explosion ne peut se produire que sous l'action d'une

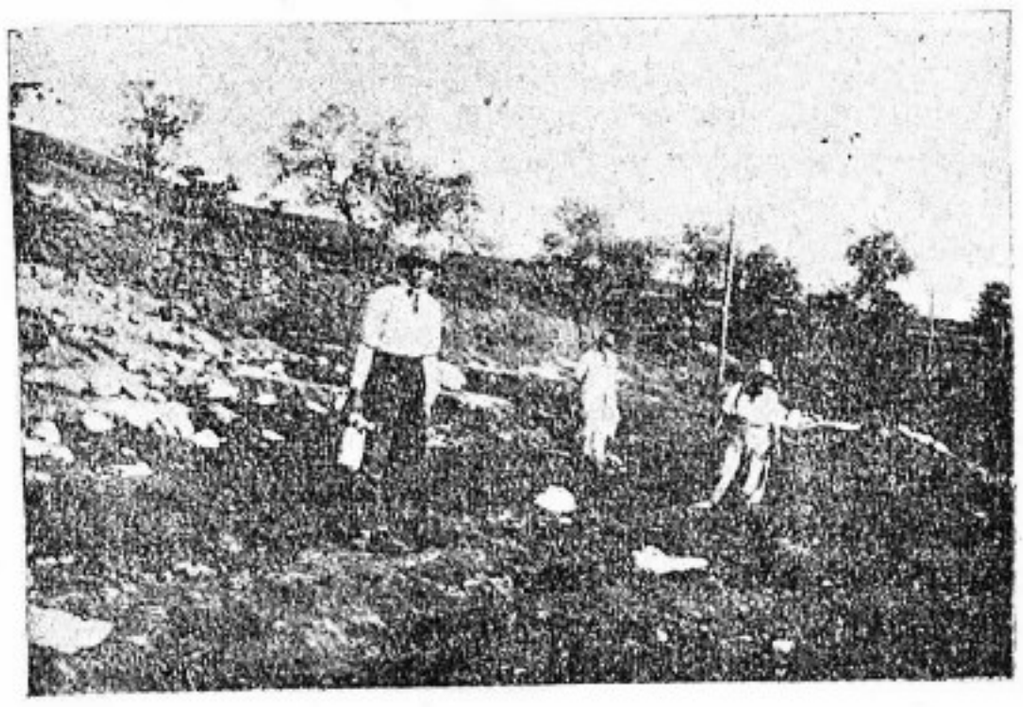


Fig. 1. — Flanc de ravin rocheux. Molasse de Mustapha, 87 p. 100 de calcaire. Birmandreis (Alger.)

déflagration d'amorçage produite un détonateur ou une amorce électrique.

L'explosion produit non seulement un effet mécanique considérable ; une cartouche de 100 à 125 grammes d'explosif placée dans un forage à 0 m. 70, 0 m. 80 de profondeur donne environ un mètre cube de terre piochée et 7 à 8 mètres cubes de terre fissurée tout autour. Deux cartouches, 200 à 250 grammes d'explosif donnent à 0 m. 90 à 1 m. de profondeur, 15 à 16 mètres cubes de terre travaillée et fissurée.

Elle produit encore une action chimique à double titre. L'explosion donne en gros deux gaz : l'*oxyde de carbone* et *l'azote*.

L'oxyde de carbone tue les rongeurs, les insectes et les vers qui auraient résisté à l'explosion ; *l'azote* repris par les bons microbes du sol donne finalement des nitrates fertilisants.

Ces trois effets : mécanique, désinfectant, fertilisant font de *l'explosif agricole* un outil précieux pour l'agriculteur et le colon.

En plantant des arbres à l'explosif agricole on est sûr d'obtenir une avance considérable, de leur développement, avance telle que la bonne mise à fruit se fait au moins trois ans plus tôt.

En Algérie, des pruniers ont payé leurs frais à 17 mois

dans la banlieue d'Alger ; une vigne a rapporté 500 kgs de raisin de table sur une surface de 1.300 mètres carrés à 17 mois ; des oliviers de trois ans plantés à l'explosif dans la vallée du Chélif sont aussi beaux que des oliviers de 10 ans, plantés à la pioche. Des citronniers de 3 ans 1/2 en paraissent 8 ou 10, etc. etc.

Il est bon de compléter l'action fertilisante de l'explosif agricole par des engrais.

C'est ainsi qu'à Birmandreis, banlieue d'Alger, nous

Fig 2. — La masse rocheuse défoncée à l'explosif agricole.

avons pu avec M. M. Ducastaing transformer une roche contenant 87 % de calcaire (Molasse de Mustapha) en sol cultivable et récolter 10 pour 1 de pommes de terre entre 5 rangs de vigne.

Nous avons employé un engrais composé de (par 100 kgs) :

Superphosphate	37 kgs
Sulfate d'ammoniaque	18 kgs
Déchets organiques, viande, poisson, poils, etc.	32 kgs
Sulfate de potasse	13 kg

Cet engrais est employé à raison de 1 quintal par quintal de semence. Il convient aux sols sabloneux et légers.

C'est encore à l'aide de l'explosif agricole que nous avons transformé le grès à ciment calcaire des dunes fixées du littoral. Le sol très meuble qui recouvre ce grès est presque entièrement décalcifié. La roche sous-jacente contient environ 50 % de calcaire. Le grenu provenant de l'explosion constitue pour ce sol un amendement d'autant plus intéressant que pris sur place il ne coûte rien, ni comme extraction, ni comme transport et qu'il diminue le prix de revient du travail à l'explosif.

Dans ce sol neuf le mélange d'engrais organique, sang ou viande désséchée, déchets de poissons dégraissés et désséchés ajouté à l'engrais complet, phosphates, super ou scories, chlorure ou sulfate de potassium, sulfate d'ammoniaque, donne de très bons résultats, en particulier pour les pommes de terre qui sont beaucoup plus vertes et plus riches.

Dans ces grès qui forment une bande au long du littoral nous avons employé les marteaux pneumatiques mus par des compresseurs et le tir électrique pour faciliter le travail et diminuer les frais. Un forage est fait en quelques minutes même dans la roche dure.

Si on n'a pas l'emploi des blocs de roche provenant des explosions, on a avantage à les broyer sur place à la machine ou à les casser en petits morceaux.

Le grenu des roches broyées sur les pentes absorbe l'eau et empêche toute érosion. L'eau s'infiltre dans les fissures produites par les coups de mine et forme des réserves d'humidité en profondeur qui permettent à la vigne et aux arbres de se développer vigoureusement et de conserver leurs feuilles bien vertes même par le sirocco de la saison chaude.

Un engrais qui réussit bien pour la vigne est constitué par environ :

Superphosphate	37 kgs
Sulfate d'ammoniaque	10 kgs
Déchets organiques	40 kgs
Sulfate de potasse	13 kgs

Au Sahara nous avons fait des plantations de palmiers dans le deb-deb, (Gypse) des Zibans et de l'oued Rir.

Cette croûte dure, plâtreuse et magnésienne, un peu soluble dans l'eau, recouvre un sable aquifère. Elle a le grand inconvénient de ne pas laisser pénétrer l'eau d'arrosage qui se concentre à la surface, qu'elle finit par stériliser complètement, tant l'évaporation est intense dans ces régions. On est souvent obligé de faire deux coups de mine superposés pour atteindre le sable aquifère. L'eau d'irrigation s'infiltre dans les fissures, déssale le sol par diffusion et pénètre jusqu'au sable aquifère qui l'élimine. Des coups de mine faits à environ 0 m. 90 de profondeur m'ont donné des dégagements de bulles gazeuses sur des longueurs de 5 à 7 mètres dans les krandecs ou fossés de drainage profonds.

Des palmiers plantés dans le deb-deb gypseux fissuré et déssalé, poussent avec vigueur alors qu'avant l'emploi de l'explosif ces terrains étaient complètement stériles.

M. Lemmet le distingué chef du service de l'Agriculture

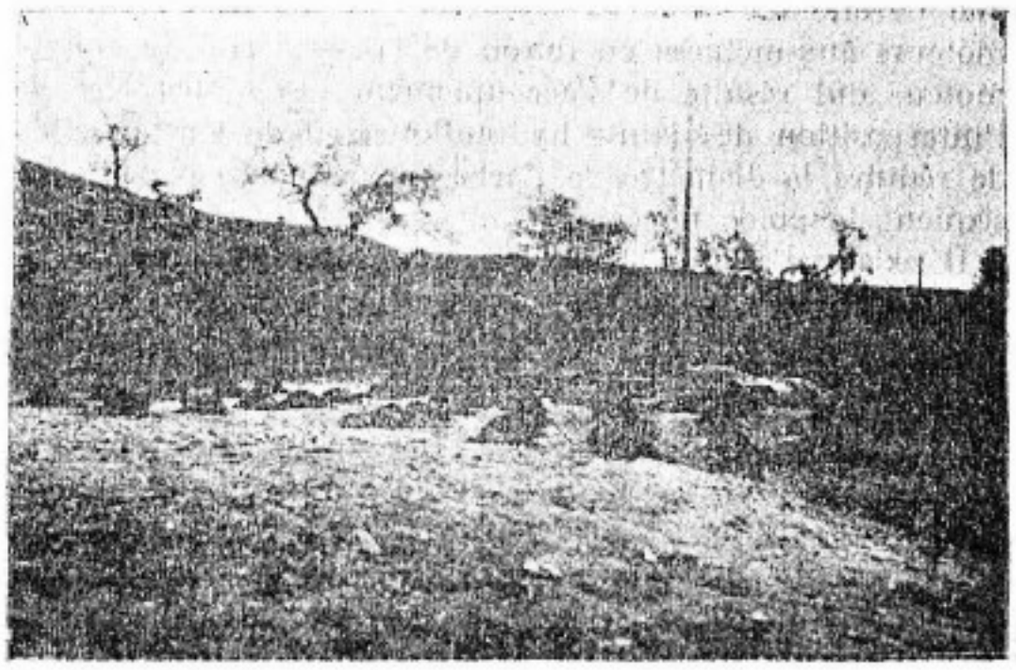


Fig. 3. — Le grenu de roche, nivelé et fumé (fumier de mouton, superphosphate, chlorure de potassium, sulfate d'ammoniaque.

des Territoires du Sud, a distribué en 1930 un engrais composé sur ses données par la S. A. P. C. E. : le 3-6 saharien :

Superphoshate	37 kgs
Nitrate de soude	34,5 kgs
Sulfate d'ammoniaque	15,5 kgs
Sulfate de potasse	13 kgs

qui a donné les meilleurs résultats dans les oasis. Les pal-

miers sont exigeants en azote ; on met 1 à 4 kgs par arbre suivant sa taille. Il est bien certain qu'un palmier asphyxi-

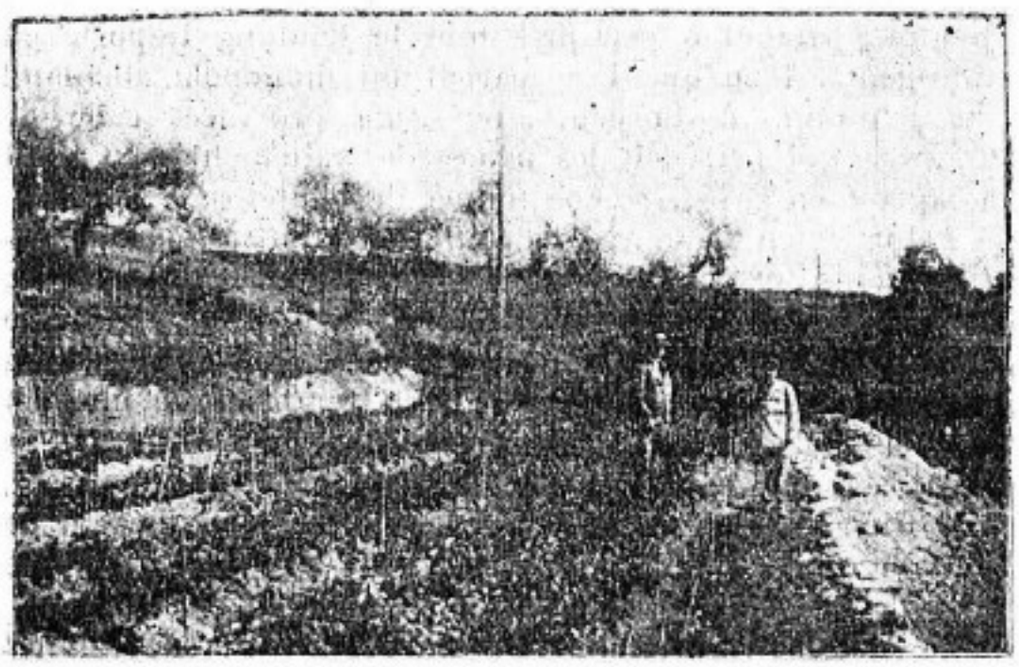


Fig. 4. — Quelques mois après, aspect du terrain planté de vigne et de pommes de terre.

que et famélique est apte à devenir la victime de tous les parasites.

Cet engrais est composé de façon à obtenir le maximum d'effet et un minimum d'encombrement pour un poids donné, à cause du prix du frêt sur les pistes du sud.

Sous-solage : Les plantes vivent mal et meurent dans les sols tassés. Les palmiers n'échappent pas à cette règle.

Le soussolage à l'explosif leur réussit bien. Comme le prouvent les expériences que nous avons faites à la Station Agricole d'Aïn-ben-Noui dans les Zibans et celles de la Société Coloniale de Djemmaa dans l'Oued Rir.

Le sous-sol ouvert permet à l'eau d'irrigation de le dessaler et aux racines de s'enfoncer facilement.

Les palmiers sont alors mieux étayés, ils peuvent beaucoup mieux lutter contre les coups de vents et aussi bien mieux se nourrir, ce qui est très important pour la qualité des dattes.

Le 3-6 saharien donne après sous-solage un rendement maximum.

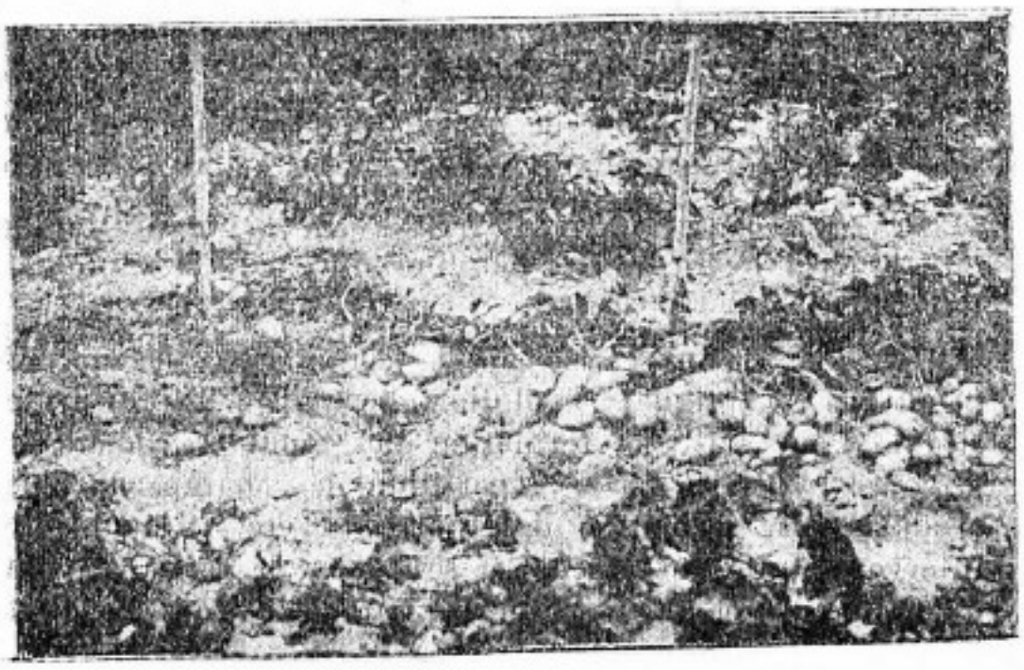


Fig. 5. — Pommes de terre de la première récolte.

Plus près de nous et même en France, beaucoup d'arbres qui poussent mal auraient besoin d'être sous-solés.

Il y a trois ans, MM. Houlmière et Mariano ont sur mes conseils sous-solé et amendé une orangerie à Chèbli dans la Mitidja. Un coup de mine entre quatre arbres, 2.500 kgs de chaux et 1.500 kgs de sylvinite à l'hectare ont donné des résultats tels que cette orangerie malade fut régénérée et croulait littéralement sous la charge des fruits l'an passé et cette année.

Le sous-solage à l'explosif des arbres fruitiers et d'ornements et des vignes donne aussi d'excellents résultat ; d'autant meilleurs que l'on ajoute les engrais appropriés.

De vieux arbres peuvent ainsi être rajeunis. Il est bon de les tailler en même temps, de nettoyer les troncs et les branches et d'ajouter des engrais.

On fait ce forage sous l'extrémité des branches si on le le peut.

Dans les pays secs, il est bon de dégager les trous de sous-solage et de mettre dans les terres glaiseuses et fortes une bonne couche de pierres, de briques ou de tuiles cassées au fond et de l'engrais ; quelques seaux de purin ou de fosses d'aisance sont excellents, du superphosphate ou des scories, du chlorure ou sulfate de potassium ou de la sylvinite, du sulfate d'ammoniaque répartis autour de l'arbre sont excellents.

Les pierres et briques cassées maintiennent une bonne humidité en profondeur et empêchent les trous de se

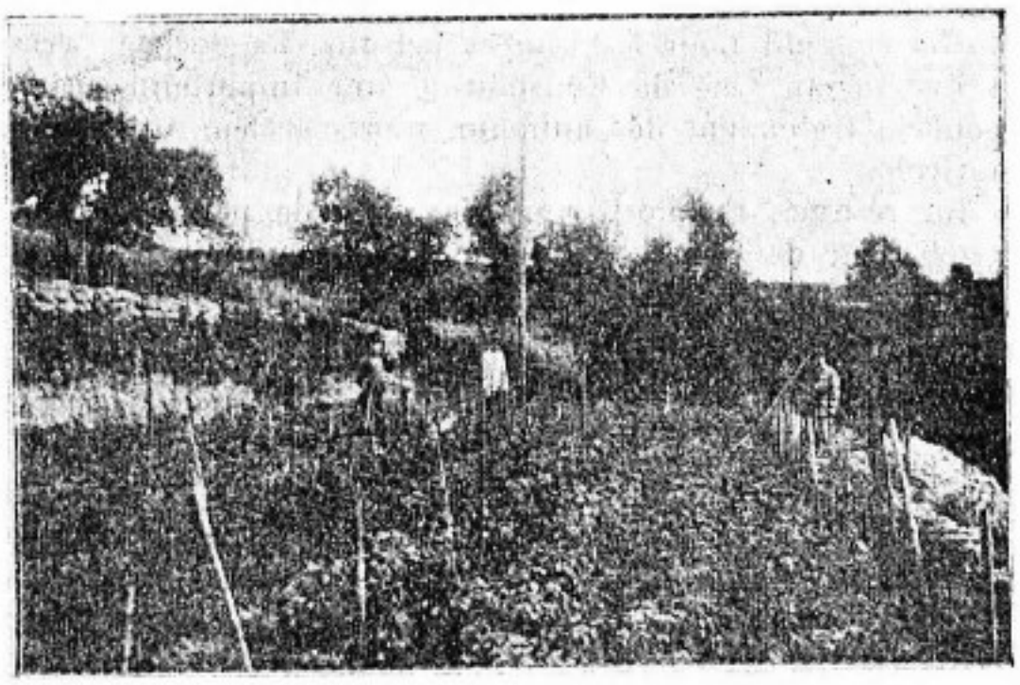


Fig. 6. — Aspect du terrain en juin, 17 mois après le travail. Le sol est couvert de feuilles bien qu'il soit uniquement constitué par du grenu de roches additionné d'engrais.

reboucher, on recouvre l'ouverture du trou avec de la terre.

Il est bon aussi de chauler ou de marner les terres décalcifiées ; la chaux est indispensable à beaucoup de plantes. Il est indispensable d'ajouter de la potasse sous forme de sylvinite, de chlorure de potassium ou de sulfate de potassium. Dans les terrains salés, il est bon de n'employer que ce dernier sel. La potasse augmente la teneur en sucre des fruits d'une façon très nette.

Dans un domaine de 270 hectares du Haut-Chélif, où la production annuelle était de 13.500 hectolitres soit 50 hectolitres de vin à l'hectare ;
en 1926, 600 kgs de superphosphate à l'hectare donnèrent 16.500 hectolitres : soit 61 hectolitres à l'hectare ; en 1927, devant ce faible résultat, le propriétaire, homme intelligent et avisé, fait un essai des trois éléments dans les proportions suivantes avec les idées courantes, ici, bien que la vigne enlève au sol une quantité plus grande de potasse que d'acide phosphorique :

Sulfate d'ammoniaque	100 kgs
Superphosphate	600 kgs
Chlorure de potassium	100 kgs

La récolte donna 26.000 hectolitres soit 96 à l'hectare. En 1928, la formule précédente fut mieux équilibrée pour

Sulfate d'ammoniaque	200 kgs
Superphosphate	600 kgs
Chlorure de potassium	200 kgs—

Cette formule donna 33.000 hectolitres soit 129 hectolitres.

Ces données sont très précieuses pour les colons qui défoncent les bancs rocheux de grès à ciment calcaire du littoral, la molasse ou les alluvions plus ou moins pierreuses.

Elles montrent que, dans un terrain de 270 hectares, la production est passée de 50 à 129 hectolitres à l'hectare rien qu'en augmentant la quantité de potasse dans l'engrais composé.

Dans la culture des agrumes, il semble que les oranges traitées à la potasse sont plus douces et plus parfumées.

J'insiste ici sur le rôle excellent qu'ont, dans les sols neufs, les matières organiques (sang, poissons désséchés, viandes, poils, cuir, etc.), malaxées avec le superphosphate. Ce procédé employé par la Société S. A. C. A. N. A. permet l'utilisation rationnelle des déchets divers, des carnasses d'équarrissage qui sont un danger et un encombrement pour les centres urbains. La Société Cérès a installé au Gué de Constantine une importante usine pour le traitement des animaux morts et leur utilisation agricole.

En résumé, l'explosif agricole, outil de paix, puissant producteur de travail, est lui-même un engrais puisqu'il laisse dans le sol de l'azote qui se transforme en nitrates sous l'action des bons microbes du sol. Il laisse aussi de l'oxyde de carbone toxique puissant pour les animaux parasites.

L'engrais contenant superphosphate ou scories, sulfate d'ammoniaque, chlorure ou sulfate de potasse, déchets organiques répandu dans les cultures sur le sol ouvert donne les meilleurs résultats.

Il faut, en Afrique du Nord comme ailleurs, nourrir les plantes si on veut qu'elles rapportent.

André Piédallu,
Pharmacien Lieutenant-Colonel,
Docteur ès-sciences, Ingénieur-Chimiste.

Industrie

Le Jelutong ou Bornéo mort. — On donne le nom de *jelutong* ou de *Bornéo mort*, au latex coagulé d'un arbre de la famille des apocynacées *Dyera Lowii* Hk qui croît dans l'île de Bornéo. En Malaisie, le jelutong provient d'espèces voisines *Dyera costulata* Hk. et *Dyera loxifolia* Hk. répandues dans la plaine et dans les collines basses au-dessous de 500 mètres. Les produits de ces trois espèces sont sensiblement équivalents et leur prix est basé surtout sur la plus ou moins bonne préparation du latex. En particulier, il est reconnu que le fer nuit à la qualité du produit, qu'il doit donc être recueilli dans des récipients en bois, et ne pas être souillé par de l'argile.

Coagulé, il donne une masse blanche qui durcit avec le temps et conserve cependant une certaine élasticité dûe au caoutchouc et aux matières azotées qu'il contient. Il est constitué en majeure partie de résines et lorsqu'on le soumet à l'épuisement par l'acétone, on n'obtient qu'un faible résidu qui semble bien être un caoutchouc et qui en a d'ailleurs la composition élémentaire et les principales propriétés quoique d'une nervosité peu satisfaisante.

Les résines du jelutong sont susceptibles d'applications industrielles. En Allemagne, une importante industrie du jelutong traitait à peu près tout le jelutong importé en Europe, si bien que l'on parlait du monopole allemand du jelutong. A Bornéo, une seule province, celle de Sarawak qui possédait les usines de traitement de Gœbilt a expédié en 1910, 120.000 tonnes de jelutong.

Actuellement, d'après le *Bulletin of Miscellaneous informations*, n° 10 de 1930, et *Tropical agriculture*, n° 2 de 1931, la production de jelutong en Malaisie augmente et le débouché le plus important est devenu la fabrication du chewing-gum aux Etats-Unis. Il remplace de plus en plus le chicle qui est le latex coagulé du Sapotillier *Achras sapota* L., une sapotacée répandue en Amérique Centrale, à la Guyane, aux Antilles. La récolte du chicle devient de plus en plus difficile, car la méthode de saignée utilisée pour le sapotillier a entraîné la destruction des arbres.

Le marché américain absorbe environ 5.000 tonnes de jelutong par an. L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 juillet 1931 (suite).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *R. Fosse, A. Brunel et P. E. Thomas.* — **Application de l'analyse quantitative spectrophotométrique de l'allantoïne au sang de quelques mammifères et à la graine de nombreux végétaux.**

L'allantoïne contenue dans le sérum d'animaux tués à l'abattoir varie entre 10 mg. 7 et 26 mg. 9 par litre. La teneur des graines en allantoïne varie entre 0 gr. 02 et 3 gr. 3 par kilogramme. Deux graines se distinguent nettement des autres par leur remarquable richesse en allantoïne : *Phaseolus Mungo* (1 gr. 7) et *Dolichos sinensi* (3 gr. 3).

GÉOLOGIE. — *L. Cayeux.* — **Existence de restes organiques et notamment d'Algues siphonées verticillées dans le système schisto-calcaire du Congo belge.**

La découverte d'Algues siphonées verticillées dans le système schisto-calcaire du Congo belge, tout en attestant son origine marine, fait ressortir une remarquable similitude de conditions de milieu, réalisées sur d'immenses surfaces correspondant pour le moins à tout le Congo.

— *Yves Milon* (prés. par M. L. Cayeux). — **L'évolution du littoral et la formation des tombolos dans la région de Paimpol (Côtes-du-Nord).**

L'érosion marine et le jeu des causes actuelles ne suffisent pas à expliquer l'évolution récente du littoral armoricain. Pour saisir la formation des moindres détails de la côte : tracé des anses, répartition des champs de blocs et de galets, formation des tombolos, etc., il faut faire intervenir un passé récent, et s'efforcer de retrouver sous les traits du paysage actuel les grandes lignes de l'histoire quaternaire.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *François Ruellan.* — **La décomposition et la désagrégation du granite à biotite au Japon et en Corée et les formes du modelé qui en résultent.**

Le régime de pluies abondantes, mais intermittentes dans un climat subtropical à très fortes variations de

température où la chaleur et les grosses précipitations se produisent à la même époque, conditions que réalisent les moussons au Japon, partiellement en Corée et localement en Chine, peut produire une décomposition et une désagrégation granuleuses rapides du granite à moyens et gros éléments qui laisse des chaos de blocs altérés et une épaisse arène.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *R. Lavieille* (transm. par M. L. Mangin). — **Sur le principe sucré du Kaá-hê-é (*Stevia Rebaudiana* Bertoni): II. Les produits d'hydrolyse diastasique du stérioside; glucose et stéviol.**

Les auteurs ont réussi à hydrolyser le stévioside par le suc digestif de l'Escargot. Ce stévioside serait un glucoside contenant trois molécules de glucose. Le glucose est lié au stéviol, dans le stévioside, par l'oxhydryle acide du stéviol, car le stévioside ne possède plus les propriétés acides du stéviol.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Chouard* (prés. par M. Blaringhem). — **Corrélations spécifiques constatées chez quelques Scilles portugaises (*Scilla monophyllos* Link, *S. Ramburei* Boiss., *S. Odorata* Link).**

Les corrélations établies pour *Scilla verna* entre le bulbe, l'inflorescence et la plantule, sont observées également, pour les trois Scilles portugaises. La singularité d'une petite bractée à la base de la hampe florale en dedans du bulbe est notée chez toutes les espèces. Enfin, la similitude des corrélations permet de rapprocher ces diverses Scilles en un même groupe systématique, tout en esquissant leurs relations mutuelles, *S. monophyllos* se présentant comme la forme néoténique du groupe.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Emery.* — **Origine bactérienne des tumeurs de l'Orme.**

Ces tumeurs sont causées par le *Bacterium tumefaciens* que l'auteur a isolé et avec lequel il a reproduit expérimentalement, sur un ormeau, le processus d'envahissement.

ZOOLOGIE. — *L. Lavauden* (prés. par M. P. Marchal). — **Un nouveau Propithèque de Madagascar (*Propithecus Perrieri* sp. nov.).**

Il s'agit d'un Lémurien nouveau qui ne se rencontre que dans la forêt d'Analamera, laquelle mesure cinq ou six mille hectares. Si cette espèce est demeurée inconnue jusqu'ici, c'est qu'elle est l'objet d'un *fady* (tabou) rigoureux parmi les indigènes de la région. Ceux-ci lui donnent le nom de *Radjako*, qui est le nom d'un héros légendaire dont ils seraient les descendants.

PHYSIOLOGIE. — *E. Le Breton, F. Mocoroa* et *E. Stulz* (prés. par M. Roux). — **Les ferments protéolytiques du suc intestinal et du suc pancréatique.**

Les auteurs n'ont jamais pu recueillir un suc contenant des ferments éreptiques et pas de kinase.

Seuls les sucs pancréatiques anormaux contiennent des ferments éreptiques ou de la kinase, ou parfois les deux. Indépendamment de toute kinase, d'origine pancréatique le suc intestinal contient toujours à côté des ferments éreptiques de l'entérokinase.

PHARMACOLOGIE. — *Albert Leulier* et *Mme Andrée Roche* (prés. par M. H. Vincent). — **Sur le mécanisme de l'action antiglycosurique de la santonine.**

La santonine ne possède pas d'action nette sur la glycémie des animaux normaux. L'action antiglycosurique de la santonine est probablement due à l'élévation du seuil rénal du glucose; elle est antagoniste de celle de la phloridzine.

Au point de vue thérapeutique, la santonine peut donc être un adjuvant utile de l'insuline dans le traitement de certains diabètes.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Maurice Piettre* et *Boris Celan* (prés. par M. Achard). — **Formation dans les exsudats articulaires, de fibrine en dehors du fibrinogène d'origine sanguine; rôle des cellules blanches.**

Les constatations énumérées dans cette Note montrent que les cellules blanches jouent un rôle de premier plan dans la formation de la fibrine.

En dehors de l'intérêt qu'elles peuvent avoir au double point de vue histologique et physiologique, les recherches des auteurs apportent un moyen d'aborder l'étude physique de la floculation de la matière organisée, sous un de ses aspects les plus curieux, l'orientation linéaire.

BIOLOGIE MATHÉMATIQUE. — *Mme J. Kostitzine* et *V. A. Kostitzin* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la statistique d'infestation des Pagures par les Chlorogaster.**

M. Ch Pérez indique deux origines des groupes parasitiques qu'on trouve sur hôtes contaminés : 1° la contamination multiple par autant de larves s'inoculant dans le même hôte qu'on voit de sacs viscéraux; 2° la contamination unique, suivie d'un processus particulier réalisant la multiplicité des sacs viscéraux. Les auteurs montrent que la seconde hypothèse explique très bien les choses.

PHYSICO-CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Néda Marinesco* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la force électromotrice de filtration provoquée par l'ascension de la sève dans les plantes.**

Chez les Araucarias, les Géraniums et les Fuchsias, il est possible de faire monter ou descendre la sève plus ou moins rapidement, en appliquant une différence de potentiel sur la tige, convenablement orientée, qui aide ou qui contrarie le processus d'osmose électrique produit par les déplacements du liquide à l'intérieur de vaisseaux capillaires.

MÉDECINE. — *Jean Troisier* et *Roger Cattan* (transm. par M. Calmette). — **Fièvre exanthématique inapparente de l'homme provoquée par *Rhipicephalus sanguineus*. Sa virulence pour le singe et le cobaye.**

Les auteurs établissent par une série d'expériences que la fièvre exanthématique liée à l'introduction dans l'organisme d'un virus transmis par *Rhip. sanguineus* peut se présenter en clinique humaine comme une maladie inapparente.

HYGIÈNE INDUSTRIELLE. — *Félix Berlin.* — **La nocivité des brouillards mosans est due à des émanations industrielles.**

Le mal n'est pas dû, d'après l'auteur, au brouillard, ni à une action microbienne, mais aux émanations industrielles qui sont, d'une part, les gaz, parmi lesquels en ordre principal l'anhydride sulfureux, d'autre part, les fumées et les poussières. Ces émanations se trouvaient, en effet, concentrées dans les couches de l'atmosphère, voisines du sol et les parties les plus encaissées de la vallée, comme à Engis, par suite de la stagnation d'un brouillard épais et prolongé et de la persistance d'une zone de calme dans l'atmosphère.

P. GUÉRIN.

Séance du 15 juillet 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Ghermanesco* (transm. par M. E. Goursat). — **Sur les fonctions *n*-métaharmoniques.**

HYDRODYNAMIQUE. — *C. Camichel* et *P. Dupin.* — **Sur les divers modes de contraction des filets à l'entrée d'un ajutage.**

OPTIQUE APPLIQUÉE. — *Ch. Fabry.* — **Sur un niveau interférentiel sans bulle d'air.**

Le dispositif essentiel consiste à placer le liquide dans une cuvette cylindrique en verre dont le fond est une surface sphérique, concave ou convexe, de très grand rayon. L'épaisseur du liquide peut être de l'ordre de 1 millimètre. On observe par réflexion les franges produites par la couche mince de liquide comprise entre la surface libre et la surface qui constitue le fond; pour cela on éclaire normalement l'ensemble par un faisceau de lumière parallèle et monochromatique (lumière du mercure) et l'on observe la lumière réfléchie au moyen du dispositif bien connu de la lame à 45°.

L'auteur a montré par ses expériences qu'il était possible de construire un niveau interférentiel.

CHIMIE PHYSIQUE. — *R. Pallu* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Etude du système** PO^4H^3, $Ba(OH)^2$, CO^2H^2O

L'auteur montre que le phosphate tribarytique est extrêmement décomposé par l'eau saturée de gaz carbonique à la pression et température ordinaire comme l'avait dit Barillé au cours de ses expériences sur la solubilité des phosphates dans l'eau carbonique sous pression.

L'analyse des solutions met en évidence que la solubilité du gaz carbonique est sensiblement constante au cours de la neutralisation de la deuxième fonction de l'acide phosphorique, elle croît ensuite avec la basicité. La proportion de P^2O^5 dissous oscille autour de 0.01 p. 100 en présence de la phase solide [PO^4HBa, CO^3Ba].

L. Franchet.

Séance du 20 juillet 1931.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *H. Milloux* (transm. par M. E. Borel). — **Sur certaines fonctions entières et leurs dérivées.**

DYNAMIQUE. — *L. Féraud* (prés. par M. Elie Cartan). — **Etude arithmétique de la stabilité permanente au voisinage d'un point d'équilibre.**

HYDRODYNAMIQUE. — *A. Rosenblatt.* — **Sur les mouvements des liquides visqueux symétriques par rapport à un axe.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *P. Dive* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur une propriété exclusive des homoïdes ellipsoidaux.**

ASTRONOMIE. — *G. Fayet* (prés. par M. E. Esclangon). — **Les orbites des planètes Neptune et Pluton.**

— *A. Claude* (prés. par M. R. Bourgeois). — **Emploi des lieux géométriques pour la représentation des observations de passages à la lunette méridienne.**

RADIOÉLECTRICITÉ. — *G. Ferrié.* — **Compte rendu de l'Assemblée générale de l'Union radio-scientifique internationale tenue à Copenhague du 27 mai au 6 juin 1931.**

L'exposé s'étend sur les travaux des cinq Commissions qui se sont occupées respectivement des *mesures*, de la *propagation*, des *perturbations atmosphériques*, de la *liaison* avec les organisations relatives à des sciences connexes, et de la *radiophysique*. Outre les études effectuées par chaque Commission, l'ensemble des Commissions a examiné les travaux projetés pour l'année polaire 1932-1933.

ÉLECTRICITÉ. — *L. Bouchet* (prés. par M. Cotton). — **Forces électromotrices de piles à deux liquides et leurs variations avec la dilution des solutions.**

Note faisant suite à celle publiée aux *C. R.* (188, 1929, p. 1237) : *Potentiels électrolytiques de quelques métaux.*

Dans ce nouveau travail, l'auteur associe deux à deux quatre métaux Mg, Zn, Cu et Ag de façon à constituer des piles lorsque ces métaux sont immergés respectivement dans des solutions normales de leurs sels, les solutions contenues dans des vases séparés sont reliées par un tube de verre rempli d'une des solutions et effilé à une de ses extrémités. Les mesures des forces électromotrices de ces éléments sont indiquées dans un tableau.

— *F. Holweck* et *P. Chevallier* (prés. par M. G. Ferrié). **Triode démontable de 150 kw.**

La description accompagnée de figures est relative à une lampe sur pompe de 150 kw. à joints rodés, fonctionnant sur onde longue et sous tension plaque relativement basse (7500 volts).

SPECTROSCOPIE. — *Horia Holubei* (prés. par M. Jean Perrin). — **Sur un système de bandes du mercure au voisinage de sa raie de résonance.**

Cette étude porte sur l'examen de clichés de l'émission ultraviolette d'une lampe à vapeur de mercure brûlant entièrement dans l'eau. Sur les clichés surexposés pour la raie de résonance, et pour un régime poussé de la lampe (4 à 5 ampères), apparaît un premier système qui accompagne cette raie et s'étend aussi bien vers les grandes que vers les courtes ondes. Ces bandes sont floues et paraissent plus facilement vers les courtes ondes. A un régime moins poussé de la lampe, on peut distinguer un deuxième système de bandes très étroites et très nettes, ayant l'aspect de cannelures.

DIFFUSION MOLÉCULAIRE. — *J. Cabannes* et *Mlle D. Osborne.* — **Sur la dépolarisation des raies de l'ion CO^3 dans le spectre de la lumière diffusée par un cristal de calcite.**

Des expériences précédentes ont montré que le facteur de dépolarisation pouvait être supérieur à l'unité. Cette dépolarisation anormale, liée à la structure cristalline, a été retrouvée par Menzies dans le quartz et par les collaborateurs de Schaefer dans la calcite, mais les mesures de Schaefer présentant de graves divergences, les auteurs ont repris des recherches sur la calcite. Les nouvelles mesures prises avec précision, ont mis en évidence des vibrations qui peuvent être considérées comme des vibrations internes de l'ion CO^3; on les retrouve à peine modifiées dans tous les carbonates cristallisés ou dissous. En résumé ce nouveau travail infirme les conclusions de Schaefer.

PHYSIQUE. — *J. Becquerel* et *L. Matout* (prés. par M. Cotton). — **Sur la décomposition, par un champ magnétique transversal, des bandes d'absorption du xénotime. Condition de symétrie en relation avec la symétrie cristalline. Nouvelle interprétation de l'effet magnéto-électrique.**

L'effet magnéto-électrique serait, non pas un véritable pouvoir rotatoire, mais une biréfringence avec rotation des directions principales quand on fait tourner la lame autour de l'axe optique.

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. — *C. Salceanu* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'invariant de rotation magnétique de quelques substances organiques rendues liquides par fusion.**

L'auteur vérifie, dans le cas de diverses substances orga-

niques l'expression $\frac{\Lambda n\, d}{(n^2-1^2)}$, où Λ désigne la constante de Verdet, n l'indice de réfraction et d la densité d'une substance donnée.

Un tableau donne pour diverses températures, les valeurs de cette expression qui croît lentement quand la température s'élève.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Mlle Quintin* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'hydrolyse du sulfate de cuivre.**

Les résultats montrent que l'étude systématique de l'hydrolyse doit être faite en prenant comme variables l'activité de l'ion H et celle de l'ion métallique.

RADIOCHIMIE. — *R. Audubert* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le rôle de l'eau dans les piles photovoltaïques.**

Ces recherches établissent le rôle essentiel que joue l'eau dans les phénomènes photovoltaïques et l'influence qu'elle exerce principalement dans la couche d'adsorption à la surface de l'électrode.

RADIOACTIVITÉ. — *Tcheng Da-Tchang* (prés. par M. G. Urbain). — **Purification du protactinium fixé sur l'oxyde de tantale en vue du dosage du protactinium dans les minerais radioactifs.**

Le dosage du protactinium exige une purification préalable et par conséquent une élimination des autres éléments radioactifs qui sont, principalement le radium, l'ionium et le polonium. Les essais ont porté sur la pechblende du Congo dans laquelle le protactinium a été entraîné par l'oxyde de tantale. Après traitement, on sépare par hydrolyse l'acide tantalique qui est soumis à une série de traitements nécessitant de nombreuses opérations que décrit l'auteur.

— *M. de Broglie* et *L. Leprince-Ringuet.* — **Sur la désintégration artificielle de l'aluminium.**

Il ne semble pas qu'il y ait un fond continu de protons. On observe un groupe de protons correspondant à 30 cm. de parcours pour les rayons X d'énergie maximum, groupe qui se déplace vers les parcours plus faibles pour les rayons α d'énergie moindre. Le groupe des rayons du plus long parcours se déplace aussi vers les parcours plus faibles quand on diminue l'énergie des particules α. Il apparaît aussi un faible groupe à 50 cm. de parcours environ pour les rayons α de plus grande énergie.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Portevin* et *P. Chevenard* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **La graphitisation des aciers à basse température.**

Les auteurs, au cours de leurs recherches sur le revenu des aciers trempés et hypertrempés, ont constaté, dès 575° la graphitisation d'un acier à 1,6 p. 100 C, tenant 0,28 p. 100 Si et 0,16 p. 100 Mn.

Ils montrent comment ils ont amené à l'état fer-graphite un acier pratiquement exempt de silicium, dans certaines conditions de chauffage, ce qui n'avait pas encore été réalisé.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *P. Lafitte* et *M. Patry* (prés. par M. Le Chatelier). — **Sur la déflagration et la détonation du fulminate de mercure.**

CHIMIE ORGANIQUE. — *G. Lévy* (prés. par M. A. Béhal). — **L'α-éthylnaphtaline et ses produits d'hydrogénation.**

— *A. Mailhe* et *Creusot* (prés. par M. Matignon). — **Transformation du toluène et du xylène en méthane.**

Le toluène et le métaxylène se transforment en méthane par hydrogénation du nickel au-dessus de 250° et que cette réaction est de tous points comparable à celle que fournit la benzine ; présence de deux maximum en méthane, formation d'une matière cireuse entre 250° et 300°.

— *E. André* et *Ch. Vernier* (prés. par M Delépine). — **Sur le pouvoir rotatoire de la ricinolamide.**

Les auteurs sont partis de cette hypothèse, que si les variétés droites et gauches de l'acide ricinoléique existaient en quantités inégales sous forme de glycérides dans l'huile de ricin, l'acide racémique et l'amide actif pourraient ne pas avoir les mêmes solubilités. Les expériences effectuées ont vérifié cette hypothèse.

STRUCTURE CRISTALLINE. — *F. Dupré La Tour* (prés. par MM. de Broglie). — **Le polymorphisme des acides maloniques, succinique et glutarique en fonction de la température.**

MÉTÉOROLOGIE. — *Ch. Poisson* (prés. par M. Maurain). — **Phénomènes dus à la rencontre d'une mousson et d'un alizé sur l'Océan Indien méridional.**

L. Franchet.

NOUVELLES

Vie scientifique et universitaire

Universités. — Par décret du 1er août 1931, il est institué dans les Facultés des emplois de professeurs titulaires à titre personnel, attribués dans les conditions ci-après :

Les candidats à ces emplois doivent être docteurs, âgés au minimum de trente ans, avoir enseigné pendant deux ans au moins dans une faculté et être maîtres de conférences titulaires ou agrégés nommés sans limite de temps.

Les nominations sont faites par décret sur proposition du Ministre de l'Instruction publique.

Il est pourvu aux vacances d'emplois après propositions des conseils des facultés et du comité consultatif de l'enseignement supérieur public et après présentations par la section permanente du conseil supérieur de l'instruction publique d'un nombre de candidats au moins double du nombre des emplois à pourvoir.

Les titulaires des emplois nouveaux sont nommés directement sans proposition ni présentation.

Art. 2. — Les demandes de mutation d'emploi d'une faculté dans une autre sont soumises à l'avis des conseils des facultés intéressées et de la section permanente.

Sont également soumises à l'avis des conseils des facultés intéressées et de la section permanente, les demandes de transfert de ces titulaires dans une chaire, soit dans la même faculté, soit dans une autre.

Art. 3. — Les titulaires nommés en exécution du présent règlement ont les mêmes droits, jouissent des mêmes prérogatives et ont les mêmes obligations de service que les titulaires de chaires.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Denjoy, Professeur sans chaire est nommé Professeur de Mathématiques générales en remplacement de M. Julia.

— *Faculté de Médecine.* — M. Flessinger, Agrégé, est nommé Professeur de Pathologie expérimentale et comparée en remplacement de M. Rathery, transféré dans la chaire de clinique thérapeutique médicale.

— *Faculté de Pharmacie.* — M. Lutz, Professeur sans

chaire est nommé Professeur de Cryptogamie-microbiologie en remplacement de M. Radais, admis à la retraite.

M. Fabre, Agrégé, est nommé Professeur de Toxicologie, en remplacement de M. Guerbet, admis à la retraite.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Le Problème de l'Evolution, par MAURICE CAULLERY. In-8° de 448 pages avec figures. Payot, éditeur, Paris.

L'ouvrage de M. Caullery est tout d'abord une excellente mise au point de la question de l'Evolution, qui tient compte de tous les aspects du problème, y compris des recherches les plus récentes. Mais c'est aussi un exposé des idées personnelles de l'auteur qui, en tant que titulaire de la chaire d'Evolution des Etres Organisés, a eu, depuis de longues années, son attention retenue par ce problème fondamental de la Biologie. Il est certain que le problème de l'Evolution se présente à nous sous un aspect beaucoup plus complexe qu'aux naturalistes de la fin du siècle dernier.

L'ouvrage de M. Caullery comprend deux parties sensiblement égales. Dans la première partie, l'auteur passe en revue les preuves de l'évolution; dans la seconde, il expose les différentes théories qui ont essayé d'en rendre compte. Parmi les preuves du transformisme, l'auteur fait une place à part aux enseignements de la paléontologie qui sont non seulement absolument démonstratifs au point de vue de la transformation des espèces, mais qui sont encore les seules données que nous possédions sur la marche *réelle* suivie par l'Evolution organique. La paléontologie nous montre, en particulier, et c'est un point sur lequel l'auteur revient à plusieurs reprises, que l'évolution n'est pas continue dans le temps. Chaque phylum a évolué à son heure, à une époque différente. A une période de floraison et de diversification extrême (ère secondaire pour les Reptiles, tertiaire pour les Mammifères, etc.), a succédé une phase de stabilisation presque absolue. A l'heure actuelle, l'Evolution paraît terminée ou du moins la variabilité se montre très restreinte par rapport aux époques géologiques antérieures. L'évolution est, pour chaque groupe, temporaire et limitée. Elle dépend donc avant tout de la nature intrinsèque des organismes plutôt que des conditions externes qui ont agi de la même façon sur tous les êtres vivants.

Dans la seconde partie de l'ouvrage, l'auteur expose les grandes théories évolutionnistes : lamarckisme, darwinisme, mutationnisme. Il insiste longuement sur l'interprétation mutationniste à laquelle se rallient actuellement la plupart des biologistes. On sait que cette interprétation repose sur l'étude expérimentale de l'hérédité et des mutations qui a joué, depuis trente ans, un rôle si important en biologie. Mais, la Génétique, en opposant la fluctuation à la mutation, en soulignant la très grande stabilité du patrimoine héréditaire, et en détruisant l'idée de variabilité incessante postulée par les anciens naturalistes, a rendu singulièrement difficile la solution du problème de l'Evolution. La théorie mutationniste de l'Evolution se heurte à des difficultés incontestables, et, elle est, en particulier incapable d'expliquer l'adaptation organique. C'est la raison pour laquelle M. Caullery se demande si les recherches modernes de Génétique — dont l'intérêt est considérabe, mais dans un autre ordre d'idées — sont aptes à rendre compte de l'Evolution. L'auteur ne le croit pas. La mutation n'intéresse que les qualités les plus superficielles de l'organisme, mais ne modifie pas sa constitution intime. C'est pourquoi les mutants sont toujours parfaitement fertiles entre eux. Les différences spécifiques qui, à un examen superficiel apparaissent souvent moindres que celles qui distinguent la mutation de la souche (on reconnait du premier coup d'œil une drosophile à ailes vestigiales, tandis que, seul, un spécialiste est capable de distinguer les différentes espèces de Drosophiles) sont, en fait, beaucoup plus profondes. Le croisement d'espèces différentes est, en effet, très généralement impossible ou stérile. Les facteurs responsables de la genèse des mutations sont donc probablement différentes de ceux qui engendrent les espèces, et, à plus forte raison, les coupures d'ordre supérieur : genre, famille, etc. D'autre part, M. Caullery montre que la séparation absolue du phénotype et du génotype, postulée par les généticiens, est en contradiction avec ce que nous savons de l'Evolution. A l'heure actuelle, la transformation d'une fluctuation phénotypique en une variation génotypique, c'est-à-dire l'hérédité d'un caractère acquis, n'a pas été prouvée expérimentalement. Et, c'est la raison pour laquelle cette hérédité est niée par l'immense majorité des biologistes actuels. Cependant, il est à peu près impossible d'expliquer, sans elle, l'adaptation des organismes. L'adaptation qui constitue l'un des problèmes les plus irritants et les plus mystérieux de la biologie, est un fait évident pour tout esprit impartial. Seule, la difficulté qu'il y a à l'expliquer a conduit certains naturalistes à en nier la réalité. Comment résoudre ce dilemne? Nous ne devons pas oublier que l'évolution s'est produite sporadiquement au cours de crises de variabilité. L'évolution est terminée pour la plupart des organismes actuels, ou du moins elle reste très limitée. Si l'inscription de variation phénotypiques dans le génotype est, à l'heure actuelle, impossible, il n'est pas prouvé que de tels processus n'aient pu se produire autrefois pendant les phases de crise évolutive. Du moins, il apparaît impossible de rendre compte, par le simple hasard, des structures nettement adaptives que présentent la plupart des organismes. D'ailleurs, de toutes récentes expériences dues à R. Goldschmidt (1929) et à V. Jollos (1930), et relatives à l'action de la température sur les Drosophiles, conduisent à reconnaître une induction parallèle sur le soma et le germen des facteurs externes. Ces expériences tendent, en somme, à réduire le fossé creusé par les généticiens entre le phénotype et le génotype.

Le problème de l'Evolution sera, d'ailleurs, probablement renouvelé par des recherches faites dans un domaine tout différent : celui de la mécanique du développement et de la croissance. Le développement dysharmonique de certains organes, les corrélations hormoniques, etc., nous montrent déjà la façon d'aborder certains problèmes qui, comme celui de l'orthogenèse, paraissaient jusqu'ici insolubles.

Ce court compte rendu n'a nullement la prétention de résumer l'énorme quantité de faits et d'idées que renferme le livre de M. Caullery. Il a simplement pour but d'attirer l'attention des biologistes et des philosophes sur un ouvrage qui constitue non seulement un admirable exposé du problème de l'Evolution, mais qui est une œuvre très personnelle, remplie de suggestions et de jugements originaux.

A. VANDEL,
Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 17 — 69e ANNÉE — 12 SEPTEMBRE 1931

LES TENDANCES ACTUELLES DE LA BIOLOGIE

A PROPOS D'UN LIVRE RÉCENT DE M. VIGNON (1)

par **P. PORTIER**
Professeur à la Sorbonne
Membre de l'Académie de Médecine

Les biologistes de la génération dont la carrière se termine actuellement n'étaient guère exposés, au début de leurs études, au souci de choisir les meilleurs traités parmi ceux qui leur étaient offerts. L'ouvrage magistral de Milne Edwards, mine inépuisable de renseignements bien ordonnés, constituait le document fondamental. Il est resté précieux. Quelques traductions de très indigestes et confus traités d'anatomie comparée, anglais ou allemands ; quelques ouvrages de physiologie d'inspiration purement médicale s'y joignaient, et c'était tout. Mais, depuis cette époque, les recherches se sont multipliées ; une énorme accumulation de faits s'est produite. Il a fallu les classer, les exposer, les interpréter. Les ouvrages sont devenus nombreux, à tel point que l'embarras est grand, aussi bien pour le jeune étudiant qui veut s'initier que pour l'homme cultivé qui désire suivre le sens général de l'évolution d'une partie de la science.

Trois grands courants se manifestent dans les sciences de la nature. *La morphologie pure* est la discipline la plus ancienne, la seule cultivée par les Cuvier, les Geoffroy Saint-Hilaire, les de Lacaze-Duthiers. C'est un champ dont la moisson est presque achevée. Il y aura, sans doute, des regains ; mais les jeunes travailleurs qui ont pris le vent sentent que l'avenir est ailleurs, et seuls ceux qui sont en possession des ressources les plus perfectionnées de la technique micrographique peuvent tenter d'élucider les derniers détails accessibles de la structure cellulaire.

Les autres biologistes se sont partagés en deux équipes : ce sont d'abord les physiologistes qui, faisant appel aux techniques les plus précises de la physico-chimie, essaient de pénétrer les mécanismes intimes du fonctionnement des divers appareils des êtres vivants. Un homme cultivé, un ingénieur, si l'on veut, qui serait transporté brusquement dans un laboratoire de physiologie, aurait peine, à la vue de tous les instruments qui le meublent, à décider tout d'abord s'il se trouve chez un physicien ou chez un physiologiste.

(1) *Introduction à la Biologie expérimentale. Les Etres organisés, activités, instincts, structures*, 731 pages, 3 pl. en couleurs, 21 pl. en noir, 890 fig. dans le texte. Paris, Lechevalier, 1930.

Toutes les figures qui illustrent cet article sont extraites de cet ouvrage.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Aurait-il jamais eu pareille hésitation en pénétrant dans le laboratoire de Cuvier ?

Cette analyse, si précise, du physiologiste, ne va pas sans quelque caractère artificiel. L'analyse chimique et même physique d'un appareil vivant exige une destruction préalable ou tout au moins des mutilations telles qu'elles entachent le résultat obtenu des plus graves objections. Sans fin, le physiologiste s'efforce de pénétrer le mécanisme d'une machine extraordinairement précise, compliquée et si délicate que son fonctionnement se trouve modifié, ou même complètement arrêté dès qu'on y porte la main avec tous les ménagements possibles.

Et cependant, que de conquêtes précieuses sur ce terrain mouvant ! Presque toutes sont faites maintenant par des physiologistes qui ont une solide formation physique, chimique et même mathématique. Le fonctionnement intime du muscle, si différent de celui de tous nos moteurs, si supérieur à eux à beaucoup de points de vue, n'a pu être élucidé que grâce aux travaux convergents de Hill, mathématicien et physicien, et de Meyerhoff, chimiste. Le mécanisme de l'excitabilité nerveuse est connu, grâce aux travaux de M. et Mme Lapicque, qui sont en possession d'une très forte culture physico-chimique. Mais, par la nature même des techniques indispensables, la physiologie se trouve confinée dans les laboratoires pourvus des instruments les plus compliqués. Asservie à des techniques complexes, elle est fatalement contrainte à isoler les animaux de leur milieu, à séparer même des animaux leurs propres organes. C'est l'analyse de la vie, poussée dans la voie indiquée par Claude Bernard, c'est la réduction des phénomènes vitaux aux phénomènes physiques, chimiques, et même aux formules mathématiques. Conquêtes solides, précieuses au point de vue théorique, fécondes au point de vue pratique, mais, hélas ! de plus en plus inaccessibles aux non initiés en raison même des techniques employées et des formules physico-chimiques et mathématiques qui, seules, peuvent exprimer leurs résultats.

Mais il est un troisième point de vue auquel le biologiste peut se placer. C'est l'observation des animaux *dans leur milieu naturel*. Les recherches si captivantes des Réaumur, des Fabre d'Avignon sont le type de ces études qui ont eu et ont encore actuellement en France des représentants illustres. Certes, leur caractère de simplicité apparente, la facile compréhension des résultats obtenus qui les rend accessibles à tous les esprits cultivés ont éloigné d'elles beaucoup de savants qui pensaient pouvoir utiliser d'une manière plus efficace les puissantes et rigoureuses méthodes qu'ils avaient en main. Mais ils ont compris aujourd'hui que cette étude si féconde des animaux dans la nature, étude qui ouvre de multiples voies aux chercheurs, pouvait être rajeunie au moyen des techniques nouvelles.

Le physiologiste doit s'efforcer de suivre ce mouvement biologique qui lui présente, sous un aspect nouveau, les phénomènes qu'il étudie et l'oblige à reprendre contact avec les modalités si variées qu'offre un même phénomène dans la série des êtres vivants.

Chaque année, de très nombreux mémoires paraissent sur ces question. Ecrits en langues diverses (trop diverses, hélas !) ils sont de valeur, d'importance très inégales.

C'est ce flot scientifique qui coule à pleins bords et d'une manière quelque peu désordonnée, que M. Vignon a tenté de canaliser. Résumer, sélectionner cette production scientifique intense, en faire un tout cohérent, représente un travail énorme. Connaissances linguistiques et zoologiques étendues, esprit critique avisé doivent s'exercer tour à tour.

Assistant du regretté Yves Delage, à la Sorbonne, disciple du professeur Bouvier au Muséum, M. Vignon est imprégné de l'esprit scientifique de ces maîtres éminents. En dehors de la fréquentation de nos divers établissements d'enseignement supérieur (Muséum, Sorbonne, Collège de France, universités de province), sa situation indépendante lui a facilité des séjours de longue durée dans les universités étrangères, notamment à Londres, Genève et Vienne. Son livre est le fruit mûri de ce patient labeur.

Certes, ce n'est point là un traité de biologie où les débutants pourraient s'attendre à trouver un exposé méthodique des principaux chapitres dont se compose cette science. Ce n'est pas non plus, à proprement parler, un ouvrage de haute vulgarisation. C'est plutôt une série de monographies de questions choisies pour leur valeur éducative, pour les acquisitions récentes qu'elles renferment, pour les réflexions philosophiques qu'elles provoquent.

Comme tout livre d'un biologiste doublé d'un penseur, celui de M. Vignon expose des faits et propose des interprétations. La collection des faits est très riche. Leur choix, comme je le disais, est très judicieux. L'auteur sait mettre en valeur les acquisitions nouvelles, présenter des vues sur les perspectives qu'elles ouvrent.

Il est des phénomènes qui semblent si simples, si bien connus que toute nouvelle étude les concernant paraît superflu. Le déplacement des Amibes, le glissement de cette masse fluide sur son substratum semble uniquement conditionné par des facteurs physico-chimiques très simples, parmi lesquels la tension de surface jouerait le principal rôle. N'a-t-on pas réalisé des Amibes artificielles avec une goutte de mercure qui se contracte et se meut chaque fois que le contact de sa surface avec une substance appropriée fait

varier sa tension superficielle ? Dans ces conditions, la spontanéité, l'initiative de l'être semblent réduites au minimum. Mais regardons mieux ; examinons l'Amibe de profil en utilisant un dispositif ingénieux dû à Dellinger. Nous pourrons alors nous convaincre qu'en réalité, l'Amibe *marche*. Elle forme des pseudopodes, de véritables pieds contractiles ; ce sont eux et eux seuls qui prennent contact, adhèrent au support et provoquent le déplacement. L'observateur a la sensation très nette d'une initiative de la part du Protozoaire. Cette interprétation est d'ailleurs confirmée par de bien curieuses observa-

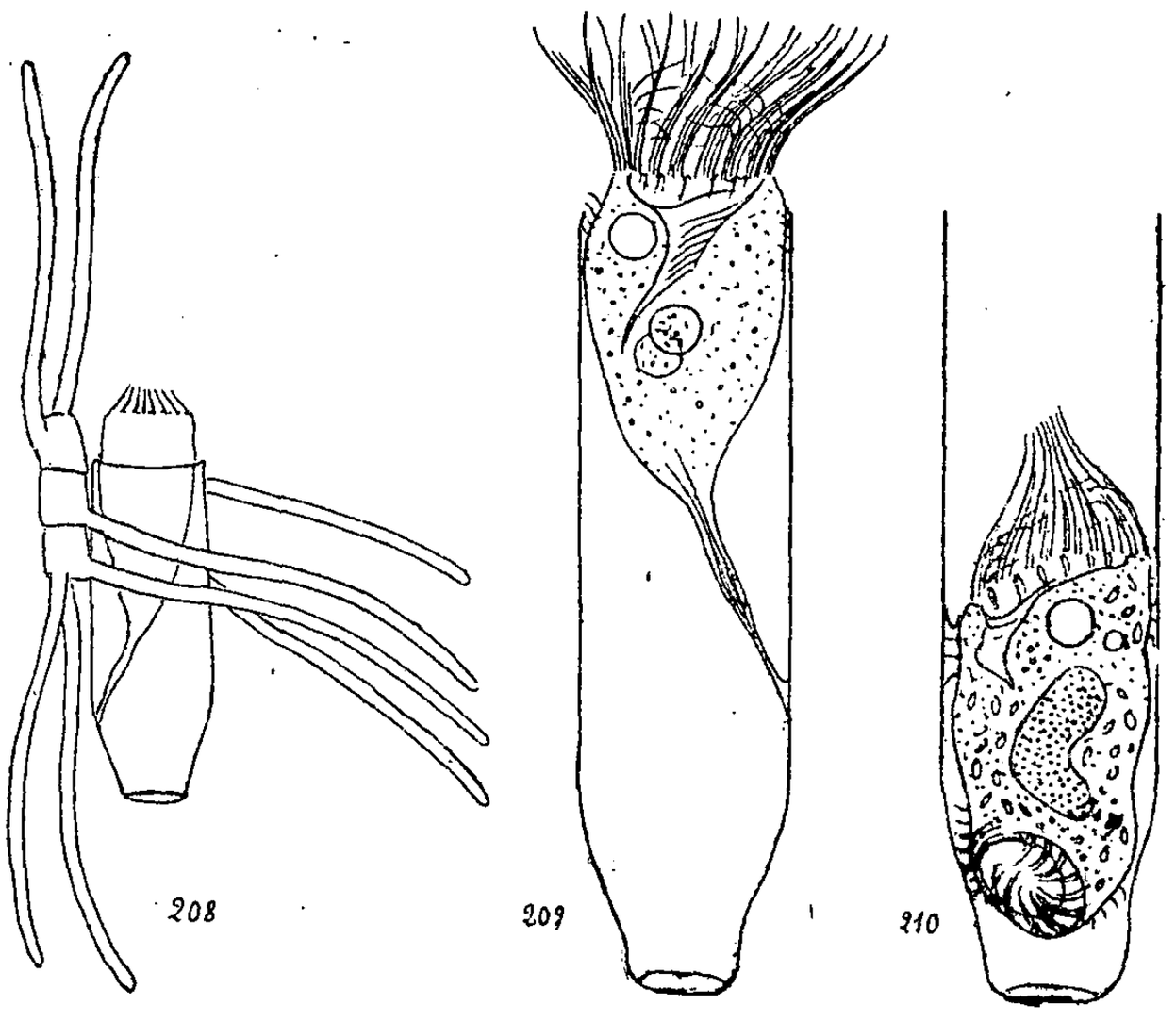


Fig. 1. — L'Infusoire *Tintinnus inquilinus* O, F. Muller établi entre les bras d'une diatomée du genre Chætoceros. (I. B. e., p. 146).

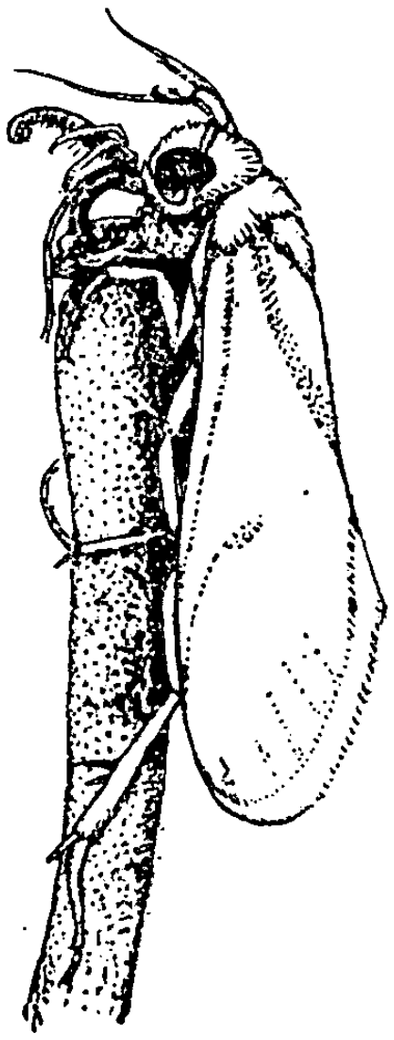
tions de Jennings concernant la chasse à laquelle se livrent parfois entre elles ces mêmes Amibes. Les excitations du milieu extérieur en atteignant ces animaux si simples ne donnent pas lieu à une réaction fatale ; en un mot, même chez les Protozoaires les plus inférieurs, il n'existe pas *que des réflexes ;* il y a, au contraire, choix, combinaison, stratégie, donc un phénomène qui s'apparente (mais, à quel degré, nous n'en savons rien), à la volonté des êtres supérieurs. C'était l'opinion des naturalistes les plus éminents, Balbiani, Maupas, qui connaissaient si bien ces Protozoaires. Une école récente semblait vouloir l'abandonner, mais il faut y revenir.

Suivons M. Vignon. Il nous conduit maintenant dans le monde des Oiseaux et nous donne une étude très documentée sur ces étonnants « Paradisiers », célèbres par leur splendide parure, mais qui ne méritent pas moins d'être con-

nus par leur singulière habitude de construire des « berceaux ». Sur un terre-plein qu'il a nivelé, l'oiseau commence par accumuler des objets variés choisis plutôt d'après leur couleur que d'après leur forme. Les objets blancs, verts ou brillants sont ceux que l'oiseau semble préférer ; ceux qui ont une teinte bleue, jaune ou rouge ne sont jamais présents, et si on les apporte, l'oiseau les enlève immédiatement. On trouve là assemblés par centaines des os, des coquilles de mollusques blanchis par leur séjour à l'air et au soleil, des cailloux, des baies encore vertes, des coquilles d'œufs, de petits galets que leur séjour dans l'eau a verdis. Les objets brillants seront représentés par du papier d'étain, un isolateur de téléphone, une boîte à poivre en aluminium, des fourneaux de pipe, etc. Sur les bords de cette esplanade en miniature sont plantées verticalement des brindilles qui s'entrecroisent à leur sommet ; ce sont elles qui constituent le « berceau ». Il arrive parfois que l'oiseau teigne au moyen d'un suc végétal pigmenté les tiges les plus internes qui bordent cette avenue. Souvent aussi, l'oiseau cueille des fleurs et les pique dans des endroits choisis à souhait ; il les renouvelle quand elles sont fanées ; il manifeste une véhémente indignation si on les déplace. Ce souci d'ornementation dénote vraiment un travail cérébral bien étrange, bien déconcertant pour nous. Ces « berceaux » sont des sortes de salles de réunion où les oiseaux viennent jouer, où les mâles paradent devant

les femelles et parfois même combattent entre eux. La femelle construit, chez une certaine espèce, un édifice bien différent. C'est une sorte de forteresse formée de branches entrelacées dans laquelle elle s'installe. Le mâle vient en faire le siège, et finit, après avoir longtemps paradé et fait valoir sa belle parure, par donner l'assaut et emporter les dernières résistances de la belle captive.

Mais quittons le monde des Oiseaux pour pénétrer dans celui des Insectes. M. Vignon nous rappelle d'abord certains faits connus, mais qui ont été rajeunis par des acquisitions récentes. L'étonnante industrie des « fourmis champignonnistes » est exposée dans ses traits essentiels. Puis voici l'art de l'architecte qui intervient dans la construction si variée, si compliquée, si parfaite, des demeures d'insectes, aussi bien aquatiques que terrestres. Le plus savant géomètre ne donnerait pas de meilleure solution à certains problèmes compliqués.



Fg. 2. — La récolte du pollen, par la femelle de *Tegeticula yuccasella* Riley (I. B. e., p. 163).

Longtemps, il fut admis que, seul, l'homme utilisait des instruments, des outils, pour l'exécution de travaux pénibles ou difficiles à réaliser. En nous donnant une série de preuves concrètes, l'auteur nous montre que cette opinion n'est plus soutenable. Nous savons que les singes, les éléphants, peut-être par imitation de l'homme, savent se servir d'outils. M. Vignon nous donne d'autres exemples pris parmi les insectes et même parmi les infusoires. Voici des guêpes qui pilonnent l'entrée de leurs terriers au moyen de moellons adaptés à leur taille. Et, fait remarquable, il semble bien que soit en jeu ici une véritable initiative *individuelle*, car cet usage n'est pas encore général pour toute l'espèce. C'est enfin un être unicellulaire, un infusoire marin, le *Tintinnus inquilinus*, qui, allongé, se meut au moyen d'une couronne de cils qui lui permettent un rapide déplacement, suivant son axe, aussi bien en avant qu'en arrière. Il va donc se trouver exposé à des heurts nombreux qui peuvent l'endommager. Ici encore, nous constatons une initiative et bien curieuse : de nombreux individus se munissent de véritables « pare-chocs ». Pour cela, ils s'accolent à une chaîne de Diatomées dont les longs appendices dépassent l'infusoire en avant, en arrière et sur les côtés.

Parmi tous les exemples d'adaptation que nous offrent les insectes, il n'en est peut-être pas de plus remarquable que les fécondations des *Yuccas*, par la femelle d'un petit papillon, le *Tegeticula yuccasella*. L'appareil reproducteur des Yuccas est constitué de telle manière que l'autofécondation se produit difficilement. Des panicules de fleurs enfermés dans un sac de gaze restent presque tous stériles. Ils vont être fécondés par la femelle de *Tegeticula*. Celle-ci possède un organe spécial qui n'existe pas chez le mâle, et qui résulte du développement de l'article basilaire du palpe maxillaire. C'est le *tentacule maxillaire*, véritable doigt articulé qui combine son action avec celle du palpe maxillaire pour détacher le pollen de l'anthère, le pétrir, en faire une boule plus grosse que la tête du papillon, et l'emmagasiner entre les trochanters des pattes antérieures. La femelle ayant

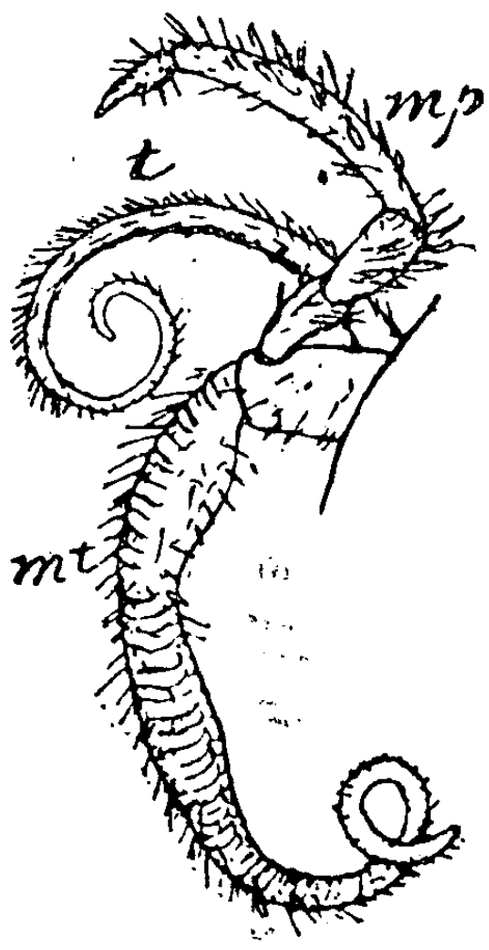


Fig. 3. — Femelle de *Tegeticula*. Une partie des organes buccaux *t*, trompe ; *mp*, palpe maxillaire gauche ; *mt*, le tentacule maxillaire, que la femelle est seule à posséder (I. B. e., p. 170).

ainsi fait sa provision de poussière fécondante vole maintenant au stigmate de *Yucca*. Là, toujours au moyen de son tentacule articulé, elle introduit, insère, fait pénétrer de force le pollen dans la rainure du stigmate. Voici la fécondation assurée. La femelle du *Tegeticula* semble maintenant envisager d'autres préoccupations. Elle se dirige vers l'ovaire de la plante et, au moyen de son remarquable oviscapte, elle perfore la paroi de l'organe, et, par un trajet compliqué, elle vient insérer son œuf au milieu de la rangée des ovules. Un botaniste qui connaîtrait dans ses moindres détails, l'anatomie de l'organe, aurait peine à réussir aussi bien cette opération en s'aidant d'un microscope binoculaire et de toutes les ressources de la technique moderne. Le résultat de cette série compliquée d'opérations est facile à prévoir : les ovules fécondées par l'intervention du papillon se développent en graines et celles-ci vont servir de nourriture à la jeune chenille. Sans la fécondation précédant la ponte, elle serait morte de faim

L'auteur traite ensuite du mimétisme. C'est là un des problèmes les plus captivants de la biologie, et qui a donné lieu aux interprétations les plus contradictoires. M. Vignon a réuni sur cette question des documents de première importance ; c'est en quelque sorte son étude de prédilection. La partie de l'ouvrage qui expose ce sujet est spécialement à méditer.

Certains biologistes ont voulu nier le mimétisme. Il n'y aurait pour eux, dans les ressemblances annoncées, qu'une apparence vague à laquelle on ne devrait attacher aucune importance. M. Vignon montre que cette opinion n'est pas soutenable. En dehors de toute interprétation, certains animaux copient leur entourage avecune

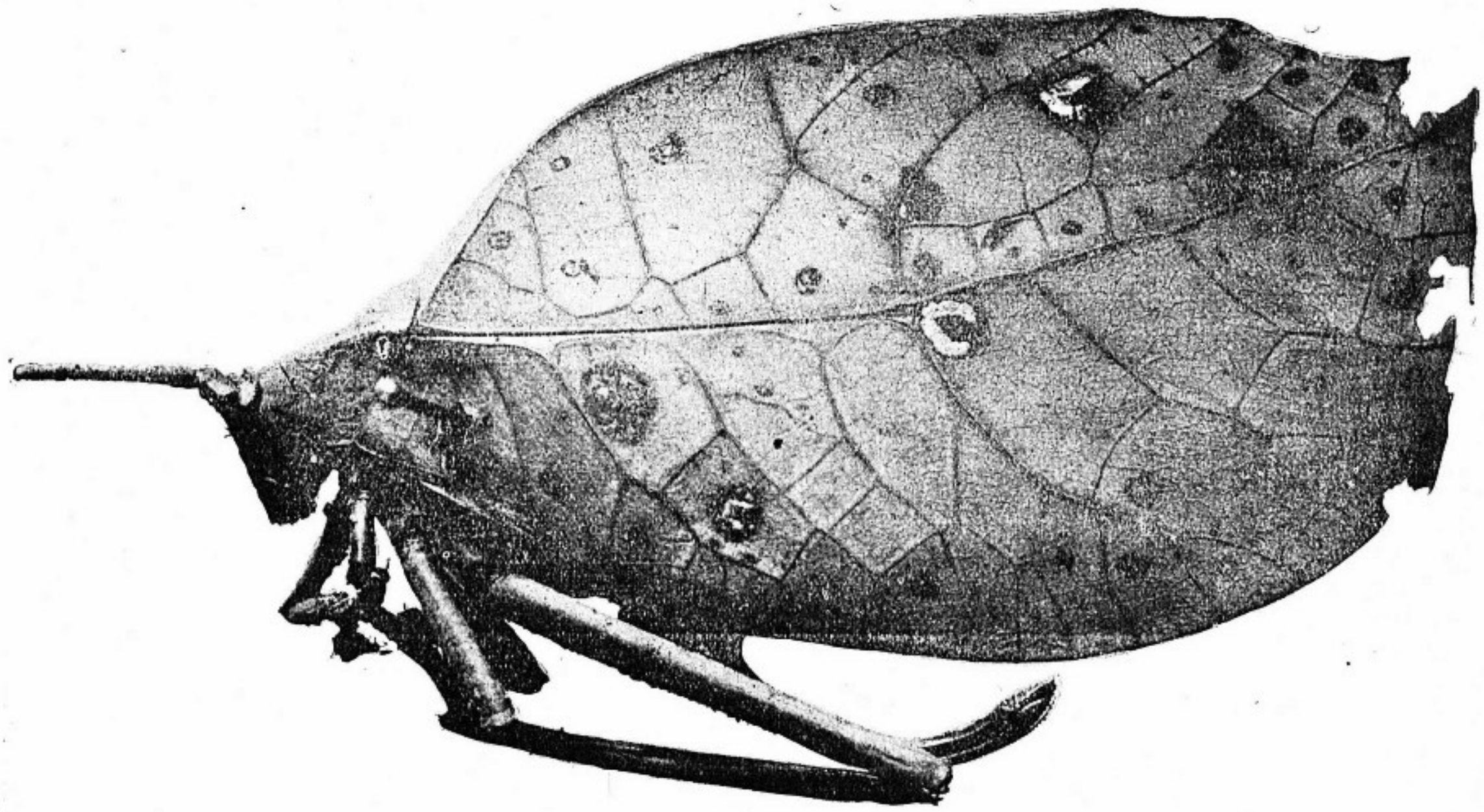


Fig. 4. — La sauterelle Ptérochrozée. *Cycloptera speculata*. Burmeister (I. B. e. pl. XI). Photo Le Charle

fidélité, une perfection surprenantes. Les belles études sur les *Caprella*, du professeur Caullery sont, à ce point de vue, tout à fait frappantes. Quand ce crustacé vit sur certains bryozoaires (*Bugula*), il en prend la livrée, à tel point qu'il est absolument invisible s'il reste immobile, mais si la même Caprelle vit sur les tubulaires, le dessin caractéristique, qui alors le trahirait, s'efface.

De tels exemples ne sont pas rares. M. Cuénot en a produit aussi de remarquables.

L'auteur rappelle, à ce sujet, les belles observations qui ont été faites notamment par Mast sur les poissons plats qui copient les dessins du substratum sur lequel ils sont placés avec une perfection déconcertante. Ici, le mécanime a pu être étudié dans ses parties essentielles. Le point de départ de l'action nerveuse qui gouverne les

chromatophores est l'œil du poisson, car c'est toujours le fond sur lequel repose la tête qui est copié et copié sur tout le corps. Il y a donc des limites au pouvoir que possède l'animal de mimer son entourage. On le démontre encore si on place l'animal dans des conditions par trop artificielles : par exemple dans un aquarium dont le fond soit constitué par des carrés blancs et noirs comme ceux d'un jeu de dames. Ce sont là, remarquons-le, des conditions qui ne se présentent jamais dans la nature. Nous posons à l'animal un problème insoluble du fait de son organisation et nous aurions tort de conclure que son pouvoir d'adaptation est en défaut. C'est cependant ce qui a été fait trop souvent par certains biologistes qui ont tendance à nier ces phénomènes pour ne pas avoir à les expliquer.

Quant à l'interprétation de ces faits, on sait à quelles discussions passionnées elle a donné lieu; d'une analyse bien conduite il résulte qu'une même explication ne peut être valable pour tous les cas. Mais il semble indéniable que, souvent, très souvent, l'animal trouve un avantage réel à pouvoir se dissimuler, soit qu'il veuille attaquer à l'improviste une proie qui s'est approchée sans méfiance, soit qu'il doive échapper, en se rendant invisible, à un ennemi qui le poursuit.

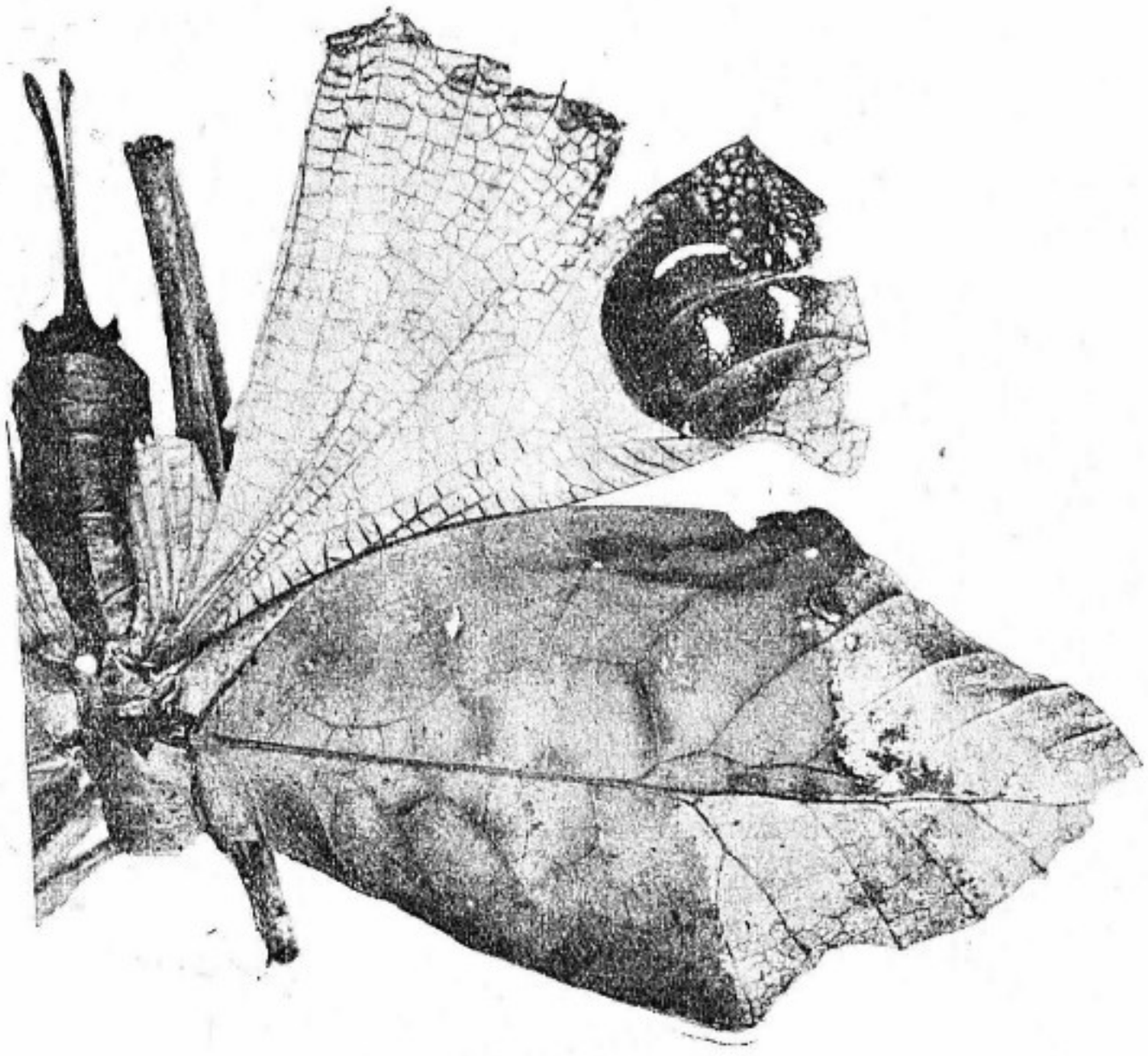


Fig. 5. — La sauterelle Ptérochrozée *Tanusia arrosa* Brunner (I. B, e. pl. XIII). Photo Le Charles.

En ce qui concerne, d'autre part, le mécanisme intime de la formation de nouveaux pigments sous l'influence des conditions extérieures et, en particulier, des radiations lumineuses, il y avait là une question restée extrêmement obscure jusqu'à une époque très récente. Nous savons actuellement qu'il existe des liaisons certaines entre les phénomènes de nutrition et les radiations reçues par l'être vivant. L'activation des stéréols de la peau par certaines radiations de la zone de l'ultra-violet et les conséquences de première importance qui en résultent au point de vue du métabolisme, sont maintenant parfaitement connues et utilisées même en thérapeutique.

Dans cette question du mimétisme, si importante et si variée dans ses aspects, ce sont les insectes qui, comme il arrive souvent en biologie, nous offrent les exemples les plus remarquables.

Les chenilles mimétiques, les chenilles serpents, leurs formes, leurs mœurs, donnent lieu aux descriptions les plus attachantes, illustrées de belles photographies.

Mais ce sont les sauterelles-feuilles de l'Amérique tropicale qui présentent « la plus complète réussite ». C'est là l'expression même de l'auteur, qui a fait une étude approfondie de ces

merveilleux insectes et qui nous en donne des peintures à l'huile traitées avec art où la fidélité du dessin s'allie à celle du coloris.

Surprenantes au dernier point sont les ailes supérieures de ces Ptérochrozées, qui simulent des feuilles, mais non pas seulement des feuilles normales, cela serait vraiment trop simple, mais des feuilles sur leur déclin, des feuilles dont la teinte vire au jaune, au brun, au rouge ; des feuilles attaquées par des champignons, des

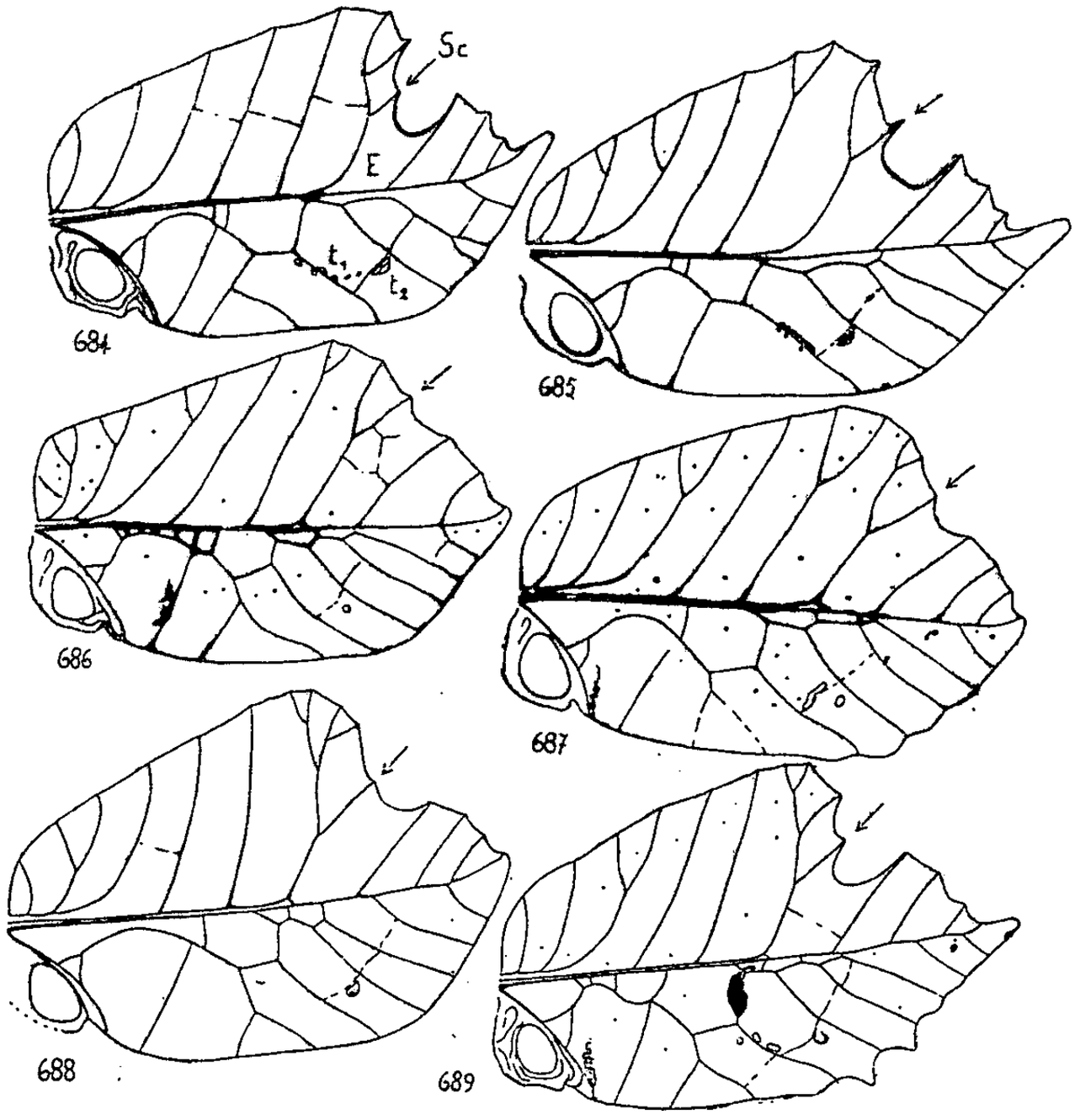


Fig. 6. — Divers degrés de l'échancrure antérieure mâle chez les Mimetica (I. B. c,, p. 424).

feuilles où les insectes ont découpé des entailles pour leur repas. La nature a donné ici libre cours à sa fantaisie. Les détails les plus infimes sont représentés avec une exactitude déconcertante. Vraiment, l'acte de « mimer » n'est plus seul en jeu ; il y a là un pur travail de luxe.

Le mieux est d'admirer et de se taire.

Quelles idées fondamentales se dégagent de cette masse considérable de faits observés, coordonnés, analysés ? Quelle est la philosophie de l'œuvre ? Celle-ci n'est point exposée dans des chapitres spéciaux. Elle résulte plutôt de réflexions dont l'auteur émaille ses récits.

Et d'abord, nous dit-il : « Ma préoccupation, c'est de ne pas laisser croire que telle explication est bonne quand elle est manifestement insuffisante ; après quoi, ce n'est nullement d'expliquer moi-même l'inexplicable, mais de mettre le mystère à sa vraie place et de lui donner sa vraie figure. »

M. Vignon, d'ailleurs, malgré les opinions très fermes qu'il s'est formées sur un sujet longtemps médité, ne prétend pas nous les imposer, ainsi qu'il arrive trop souvent à beaucoup d'auteurs contemporains.

Ses sentiments libéraux se font jour dans la manière aimable et aisée avec laquelle il présente ses appréciations.

Certes, il admire sans réserve toutes les conquêtes récentes de la physico-chimie. Il connaît bien les découvertes capitales qui se déroulent depuis une vingtaine d'années devant nos yeux émerveillés. Il sait que le but du physiologiste est de réaliser le plan tracé d'une manière géniale par Claude Bernard : celui de ramener de proche en proche les phénomènes des êtres vivants à des réactions physico-chimiques. Mais il ne se fait pas d'illusion sur l'étendue des « terres inconnues » de la biologie, science encore si jeune.

H. Spencer exposant dans ses « Premiers principes » les progrès de la science moderne nous donne, me semble-t-il, une image saisissante de la position du savant. Celui-ci, nous dit-il, travaille au centre d'une sphère dont ses découvertes agrandissent chaque jour le rayon. Dans

cet espace déblayé, analysé, l'homme de science possède une maîtrise relative des phénomènes qui sont de sa compétence. Mais, remarque le philosophe anglais, chaque agrandissement du rayon multiplie en même temps les *points de contact avec l'inconnu*, de cet inconnu aux profondeurs insondables qui nous enserre de toutes parts.

Considération un peu décevante pour les paresseux, mais il n'en est pas parmi les savants ; considération qui inspire la modestie, mais les vrais savants sont modestes et le biologiste qui connaît la complexité des phénomènes vitaux et la fragilité de nos constructions théoriques, est modeste entre tous. Il importe surtout que dans son légitime désir d'accomplir sa tâche, il n'en perde pas de vue la complexité.

L'anthropocentrisme, le vitalisme ont été autrefois des doctrines néfastes surtout parce qu'elles barraient la route à la recherche ; parce que le savant qui les acceptait admettait implicitement que nombre de problèmes qui s'offraient à lui étaient insolubles. Mais, nier les phénomènes d'adaptation, considérer les réactions des animaux, même celles des animaux les plus supérieurs comme de simples reflexes, en rester ou retourner au cartésianisme, n'est-ce pas une autre forme d'abdication de la recherche ?

N'est-ce pas une réaction qui peut devenir aussi néfaste que les doctrines qu'on prétend combattre ? Cette sorte de nihilisme scientifique. a eu son heure de vogue ; il a fait, à mon avis, beaucoup de mal, mais les jeunes générations semblent revenir à des conceptions plus saines et plus fécondes.

*
* *

Un jeune savant (1) de l'école d'André Mayer a exposé récemment ses vues sur l'orientation actuelle de la biologie végétale. Il a étudié l'adaptation d'une mousse très commune : l'Hypne triangulaire, à diverses conditions du milieu extérieur.

Il arrive à cette conception que l'adaptation de la plante à son milieu semble parfaite. Il faut entendre par là que, dans un milieu donné, caractérisé par la nature du terrain, l'éclairement, l'état hygrométrique, les caractères de la plante (hauteur des tiges, forme, grandeur des feuilles, abondance de la chlorophylle, etc.), restent toujours les mêmes.

Si on en transporte une touffe d'une station donnée dans une autre, dont les caractéristiques sont différentes, la plante s'adapte, c'est-à-dire qu'elle prend tous les caractères des mousses de la nouvelle station et alors qu'au moment où elle a été transplantée, elle se distinguait très facilement des plantes voisines, elle se confond bientôt entièrement avec elles. Les diverses fonctions (photosynthèse, respiration, évaporation, etc.), sont, en effet, étroitement liées entre elles; la variation de l'une entraîne celle de toutes les autres. « La vie n'est possible que s'il existe une balance entre les diverses fonctions. » Le changement de milieu amène donc une perturbation dans les diverses fonctions qui doivent s'équilibrer de nouveau. C'est ce phénomène qui constitue la réadaptation. Il n'est possible que si le nouveau milieu ne dépasse pas le pouvoir de plasticité des fonctions dont on va provoquer la variation.

Nous revenons à la doctrine de Cuvier sur les corrélations anatomiques, sur l'enchaînement qui existe fatalement entre les divers organes de l'être vivant. C'est également l'idée si puissamment développée par Cl. Bernard sur les coordinations des diverses fonctions organiques.

Ce sont là des conceptions essentiellement françaises, claires, et fécondes parce qu'elles provoquent la recherche, la vérification expérimentale. Ce sont elles qui ont conduit à la conception du milieu interne et de ses mécanismes régulateurs. M. Plantefol n'hésite pas à voir dans ces phénomènes d'adaptation une *véritable finalité*.

La plante qui a procédé à sa réadaptation a réalisé les structures qui lui sont le plus favorables dans son nouveau milieu.

Ce n'est pas le lieu de traiter à fond cette conception de finalité qui a été employée avec des sens différents par les divers biologistes et aussi, trop souvent, par un même savant. Les termes de « finalité, cause finale », présentent une équivoque regrettable et l'abus qu'on en a fait a jeté sur la question mal définie qu'ils soulèvent un discrédit tel qu'il faut quelque courage pour la discuter.

Si on considère la cause finale comme une conséquence de la cause première, cet enchaînement inéluctable les rejette dans un « lointain inaccessible ». Dans cette conception, la cause finale est un être de raison ; l'expérimentation n'a aucune prise sur elle ; elle ne doit donc pas intéresser le physiologiste qui l'abandonne au philosophe. Mais, comme le fait remarquer Cl. Bernard (1) lui-même, le physiologiste, peut admettre « une *finalité particulière*, une *Téléologie intraorganique* : le groupement des phénomènes vitaux en fonctions est l'expression de cette pensée. Mais alors, la cause finale, le but, est cherché dans l'objet même et non en dehors de lui. Tout acte d'un organisme vivant a sa fin dans l'enceinte de cet organisme. Celui-ci forme,

(1) PLANTEFOL : La Biologie végétale dans *L'orientation actuelle des Sciences*. Paris, Félix Alcan, 1930.

(1) *Phénomènes de la vie*. T. III, page 340.

en effet, un microcosme, où les choses sont faites les unes pour les autres et dont on peut saisir la relation parce que l'on peut embrasser l'ensemble *naturel* de ces choses. »

Voici la véritable conception de finalité qui doit être retenue par le physiologiste, car elle est féconde, elle conduit à l'expérimentation. C'est en somme celle qu'adopte M. Plantefol et il précise de la manière la plus heureuse le parti qu'on peut tirer de cette notion lorsqu'il propose d'étendre au monde vivant le principe de Le Châtelier qui a montré toute sa fécondité en physique et en chimie. Lorsqu'on modifie l'un des facteurs du milieu extérieur, une modification se produit dans l'être vivant par réaction à ce facteur anormal, « cette modification, conformément au principe de Le Châtelier, est nécessairement une adaptation fonctionnelle tendant à supprimer l'action qui trouble le système et qui devra disparaître, le milieu redevenant normal ».

Reste à résoudre une dernière question qui revient sans cesse sous des formes variées, à mesure que se déroule la vaste enquête biologique à laquelle procède M. Vignon. C'est celle du degré de conscience que présentent les actes si divers auquel il nous fait assister. Question angoissante, question insoluble.

Embryologiquement, nous procédons d'un amas de cellules duquel tout phénomène de conscience est banni. Ce n'est que progressivement que la conscience s'établit comme le couronnement des actes psychiques. Mais, et on l'oublie trop, même chez l'homme le plus évolué intellectuellement le travail cérébral inconscient joue un rôle énorme, un rôle prépondérant.

Les théories les plus abstraites s'édifient, prennent corps, se précisent dans le cerveau d'un Henri Poincaré, sans que la conscience intervienne au cours de cette sorte de germination cérébrale. L'inconscient présente au conscient le travail presque achevé. Et si, même chez l'homme, une mince pellicule de conscient recouvre une mer insondable d'inconscient, que penser alors des animaux ?

Y a-t-il de ce point de vue une évolution parallèle à l'évolution morphologique ? L'œuf, la larve, la nymphe de l'insecte ne présentent-ils que des phénomènes inconscients, un certain degré de psychisme et de conscience apparaissant chez l'insecte au temps de l'éclosion ?

Questions insolubles actuellement et qui le resteront sans doute, mais que, peut-être, l'esprit humain, passionné d'inconnu, ne se résoudra jamais à laisser en dehors de ses méditations.

ETUDE D'ETHNOGRAPHIE AGRICOLE

LES SURVIVANCES PRÉHISTORIQUES

par L. FRANCHET

I. — L'ECORÇAGE DES ARBRES

L'étude que je poursuis depuis plusieurs années sur les populations primitives qui, dès l'époque néolithique, colonisèrent la vallée de la Cisse, aux confins de la Beauce, m'ont entraîné, à travers les civilisations qui se sont succédées dans cette région si curieuse, vers des recherches sur l'ethnographie agricole de cette partie du pays beauceron coupée par la Cisse qui sépare le Vendômois de l'Orléanais. L'ethnographie y est d'autant plus intéressante à étudier qu'on trouve là, rassemblées sur ce point, la culture des céréales, la culture de la vigne et quelques zones forestières importantes. On peut donc y rechercher simultanément les outillages agricole et sylvicole au milieu d'une population où les vieilles traditions se sont perpétuées jusqu'à nos jours.

Le vieux matériel de culture n'a commencé à se modifier d'une façon appréciable que de 1875 à 1878, et, encore, ces modifications ont-elles surtout affecté les grandes exploitations par suite de la généralisation des machines agricoles dont les débuts, en Angleterre, datent de 1806, débuts qui, du reste, furent peu heureux, mais ouvrirent la voie aux transformations qui devaient, moins d'un siècle plus tard, révolutionner l'agriculture mondiale.

Enfin, la guerre de 1914, par suite des conséquences d'ordre social qui en découlèrent, devait porter un coup fatal à nos populations beauceronnes, comme, d'une manière générale, à toutes les populations rurales qui, de plus en plus, se sentirent attirées vers les villes, grâce à la néfaste politique des salaires exagérés.

Ceux-ci, en effet, ne peuvent conduire qu'à un retour vers un état plus ou moins primitif, car, à toutes les époques, l'abondance des richesses a poussé l'homme vers des désirs immodérés de jouissances matérielles, amenant un affaiblissement de ses qualités morales sur lesquelles s'est édifiée la civilisation.

Lorsque nos paysans, enfin désabusés, reviendront vers leurs terres, qu'ils abandonnent si allègrement aujourd'hui, oubliant qu'elles seules peuvent les faire vivre, ils auront laissé dans les villes jusqu'au souvenir de leurs antiques traditions dans lesquelles ils ont puisé, pendant des millénaires, toutes les vertus ancestrales qui sont les assises immuables des sociétés civilisées. Les familles qui, depuis tant de siècles vivaient en communauté d'idées et de croyances seront dissociées. C'est ainsi que les peuples parvenus à un certain stade de leur développement tendent toujours à retourner vers un état primitif : mystérieuse, mais inéluctable loi.

Ces questions doivent retenir tout particulièrement l'attention de l'ethnographe : en tous les cas, elles nous intéressent directement ici, car le paysan qui se détache de son sol, se détache en même temps de tous les objets familiers qui l'entourent, compagnons fidèles de son rude labeur ; il se détache de ses lourds outils forgés avec art dans le village natal et qui renferment un peu de l'âme de celui auquel il donne le pain.

Aujourd'hui, déjà, il devient difficile de réunir, en vue de son étude, le vieux matériel agricole. En effet, ces anciens outils que l'on se transmettait de père en fils, de génération en génération, ces outils, auquels le paysan s'attachait passionnément, ont presque disparu, supplantés par l'outillage moderne fabriqué en série et dont la médiocre qualité, en tant que résistance, laisse loin le bel outillage sorti des mains des forgerons de villages.

En dehors de cette disparition, due à l'évolution constante de la science et aux méthodes nouvelles de culture, nous nous trouvons souvent en présence de cette méfiance innée chez l'homme de la terre qui, pendant tant de siècles, n'a connu du sol, qu'il cultive avec tant d'amour, que des amertumes.

Les recherches que j'effectue depuis quatre années sur l'ethnographie agricole de la Beauce, ont surtout pour but de retrouver les survivances des âges disparus, dans le domaine de l'Agriculture, point de départ de toute civilisation, car en fixant l'homme au sol, elle est la cause primordiale déterminante de la formation des sociétés.

En outre, lorsque nous connaîtrons bien le vieil outillage, peut-être nous sera-t-il possible un jour d'établir la distribution géographique des divers types d'outils et d'obtenir ainsi des éléments très utiles pour l'étude des migrations humaines auxquelles sont liés les peuplements.

Au cours de ces quatre années, j'ai pu réunir une importante collection de ces outils agricoles dont nous observons les prototypes et, souvent même, les originaux, aux âges disparus, les uns au Néolithique qui vit arriver en Beauce les premiers agriculteurs, les autres, les plus nombreux, à l'époque de la Tène. En voyant ce curieux matériel on a l'illusion que les Gaulois du deuxième Age du Fer n'ont point quitté le pays, que leurs forgerons sont ceux qui forgeaient, il n'y a pas plus de cinquante ans encore, les lourds et massifs outils que j'ai retrouvés, que leurs moissonneurs sont toujours ceux qui, hier encore, *seillaient* le blé (1) dans les champs où ils emportaient pour leurs repas cette curieuse vaisselle de bois, vieux souvenir des temps néolithiques.

Tous ces objets deviennent, comme je l'ai dit tout à l'heure, assez difficiles à trouver, certains d'entre eux sont même devenus de véritables raretés (1).

*
* *

L'étude que je donne aujourd'hui est consacrée à ce travail si particulier qui, depuis plusieurs millénaires, se pratique en forêt : l'écorçage des arbres.

Lorsqu'à l'aurore de ce stade de la civilisation que nous appelons Néolithique, l'homme se fixa au sol et commença à s'organiser en sociétés, il employa le bois à des usages variés dont témoigne la diversité des outils ayant servi à le mettre en œuvre. Mais, si le bois peut être employé brut dans certains gros travaux, la charpente d'une habitation, par exemple, il nécessite un écorçage préalable pour la fabrication d'objets à usages domestiques. En ou-

(1) *Seiller*, couper le blé à la faucille, le scier.

(2) Je suis heureux de pouvoir exprimer ici mes très vifs remerciements à tous ceux qui ont été mes collaborateurs au cours de ces quatre années de recherches, particulièrement à M. l'abbé Hémonée, Conservateur du Musée diocésain de Blois et à M. Valin auxquels je dois tant de documents précieux pour mon étude sur l'histoire de l'Agriculture beauceronne ; à M. l'abbé Sevaux, à M. Georges Hallard-Riby et à M. Marcel Barrault auxquels je suis redevable également, de nombreux objets importants ; enfin à ceux dont souvent j'ai ignoré les noms : fermiers, meuniers, bûcherons et forgerons qui se sont intéressés à mes travaux en procurant à mes collaborateurs ou à moi-même, soit des outils, soit des renseignements sur leur fabrication et leur usage.

J'adresse aussi mes sincères remerciements à mon ami A. de Berghe qui a bien voulu dessiner ceux des objets que la photographie rendait imparfaitement.

tre, le bois écorcé sèche beaucoup plus rapidement que le bois non écorcé.

A ces époques reculées, il est possible aussi que certaines écorces aient été utilisées pour la teinture et d'autres usages que nous ignorons.

Plus tard, l'écorçage s'imposa mieux encore, lorsque fut découvert le tannage des peaux. Il a diminué d'importance aujourd'hui depuis que l'emploi du tan, qui donnait d'excellents cuirs, a été remplacé par des produits chimiques qui en fournissent de médiocres, mais avec plus de facilité et dans un temps moindre. (C'est sans doute une des raisons qui ont contribué à faire augmenter les prix de vente dans des proportions considérables).

L'écorçage se pratique, sauf pour certaines essences, sur les jeunes arbres après l'abattage : il se fait au printemps et, de préférence lorsque les bourgeons commencent à s'ouvrir, car, en été, lorsque les feuilles sont épanouies, l'écorce est moins riche en tannin. En outre, l'écorçage serait plus difficile, m'a dit un écorçeur, par temps chaud, que par temps frais et humide.

Pour écorcer les arbres, on s'est servi de tout temps d'une spatule qui, suivant les époques, a été successivement en pierre, en os ou en acier ; c'est l'*écorçoir* qui, dans la région qui nous occupe ici, est appelé *peloir*, de *peler*, enlever la peau. L'action de peler, ou l'époque à laquelle on pèle sont désignées sous le nom de *pèlerie*.

On pratique d'abord sur l'arbre, dans le sens de la longueur, de longues incisions traversant toute l'épaisseur de l'écorce, mais sans entamer l'aubier, puis on introduit obliquement le tranchant de la spatule dans la blessure et, par pesées successives opérées transversalement, de bas en haut, on détache l'écorce en grandes bandes.

Dans la grande industrie, l'écorçage à la main, à l'aide de la spatule, est remplacé par l'écorçage mécanique, en décollant l'écorce à l'aide de la vapeur d'eau, procédé qui permet l'écorçage en toute saison et, par conséquent, même aux époques où la teneur en tannin est la plus faible.

Les bois que l'on écorce pour le tan sont, ordinairement, dans nos régions, le chêne, le hêtre et l'orme. Quant au châtaignier, très utilisé pour l'extraction du tannin, c'est son bois même qui est mis en œuvre ; il est, après écorçage, broyé et haché.

Outillage.

Epoque néolithique. — On avait signalé jadis des outils en pierre, assez volumineux et on avait émis l'hypothèse qu'ils pouvaient avoir servi d'écorçoirs, mais ils ne paraissent pas avoir fait l'objet d'une étude spéciale.

Lorsqu'en 1922, j'étudiais la vallée de la Cisse, je trouvai au lieu dit le Grand-Moron, près de Pontijou, un instrument en silex que je rapprochai de ceux, de même ordre, que je venais de trouver au cours de mes fouilles dans la Forêt de Montmorency et qui avaient donné lieu à diverses hypothèses de la part de plusieurs de mes confrères auxquels je les avais montré.

Ce fut une des raisons qui m'engagea à entreprendre des recherches ethnographiques dans la zone forestière de la région beauceronne et je fus bientôt amené à pouvoir étudier complètement le matériel d'écorçage du Grand-Moron et de Montmorency, que la chronologie en usage permet d'attribuer au Néolithique, mais sans pouvoir préciser à quelle phase de cette civilisation.

J'ouvre ici, à ce sujet, une parenthèse pour faire observer que bien que près d'un siècle se soit écoulé depuis le début des études de Préhistoire, nous sommes encore dans une ignorance à peu près complète de ce que peut être l'*époque néolithique*, nous ne savons pas ni quand elle commence, ni quand elle finit. Nous ne sommes guère mieux renseignés sur le matériel qui lui est propre. En tous cas, un fait est certain c'est que l'usage de la Pierre et celui des Métaux ont été simultanés pendant un temps qui dut être fort long. L'époque à laquelle on attribue le début du Néolithique est probablement erronée, c'est l'époque du Campigny, station qui a donné avec une industrie lithique, attribuée au Néolithique, une céramique qui appartient incontestablement à l'âge de Cuivre, sinon à celui du Bronze. Il nous faudra bien revenir un jour sur cette importante question, car *rien ne prouve* que nous sommes là en présence du *début* du Néolithique, pas même la morphologie des silex taillés trouvés *in situ*.

Revenons à nos outils en pierre. Celui du Grand-Moron est en silex (fig. 1) ; ceux de Montmorency (une quinzaine environ), sont en grès (fig. 2). La caractéristique de ces instruments réside dans leur extrémité taillée en biseau, mais si les seconds pouvaient, à la rigueur être assimilés aux ciseaux, par contre, il ne pouvait en être de même pour celui du Grand-Moron.

Les véritables ciseaux, et aussi les herminettes, se présentent toujours avec un biseau beaucoup plus court que celui des écorçoirs. J'en donne ici deux types caractéristiques, provenant de Montmorency (fig. 3 et 4).

La pièce du Grand-Moron est très intéressante en raison du rétrécissement AA' (fig. 1) ménagé immédiatement au-dessus de la saillie B délimitant la partie travaillante, c'est-à-dire le biseau BB'. A ce point de vue la pièce en grès de la figure 2 quoique plus belle comme travail, en raison de la nature de la matière, est

moins parfaite au point de vue de la facilité de préhension. Quant au tranchant, s'il est légèrement incurvé, ce qui est dû seulement au clivage du grès : cette particularité s'observe assez fréquemment chez les outils en grès lustré.

Ages du Cuivre, du Bronze et du Fer. — Le matériel en pierre taillée, en usage au Néolithique a certainement été utilisé longtemps encore à l'âge du Cuivre et même du Bronze concurremment avec les outils en métal, rares encore.

En tous cas, il est très admissible que certains types plats de haches polies aient été utilisés comme écorçoirs, car ils constituent d'excellents outils pour ce genre de travail, l'écorçage.

Du reste, l'extraordinaire variété de ces instruments, englobés sous le nom générique de *haches*, témoigne de l'existence d'une industrie du bois, qui dut être fort considérable ; ces *haches* devaient servir à une foule d'usages.

De l'âge du Bronze, nous ne connaissons aucun outil spécial ayant pu servir d'écorçoirs, mais rien ne pouvait empêcher d'utiliser certaines haches telles que les haches à bords droits (fig. 5) (1 et 2), à talon (3), à douille (4). A moins que les écorçoirs en os n'aient été déjà connus.

Mais, je ne m'arrêterai pas plus longtemps

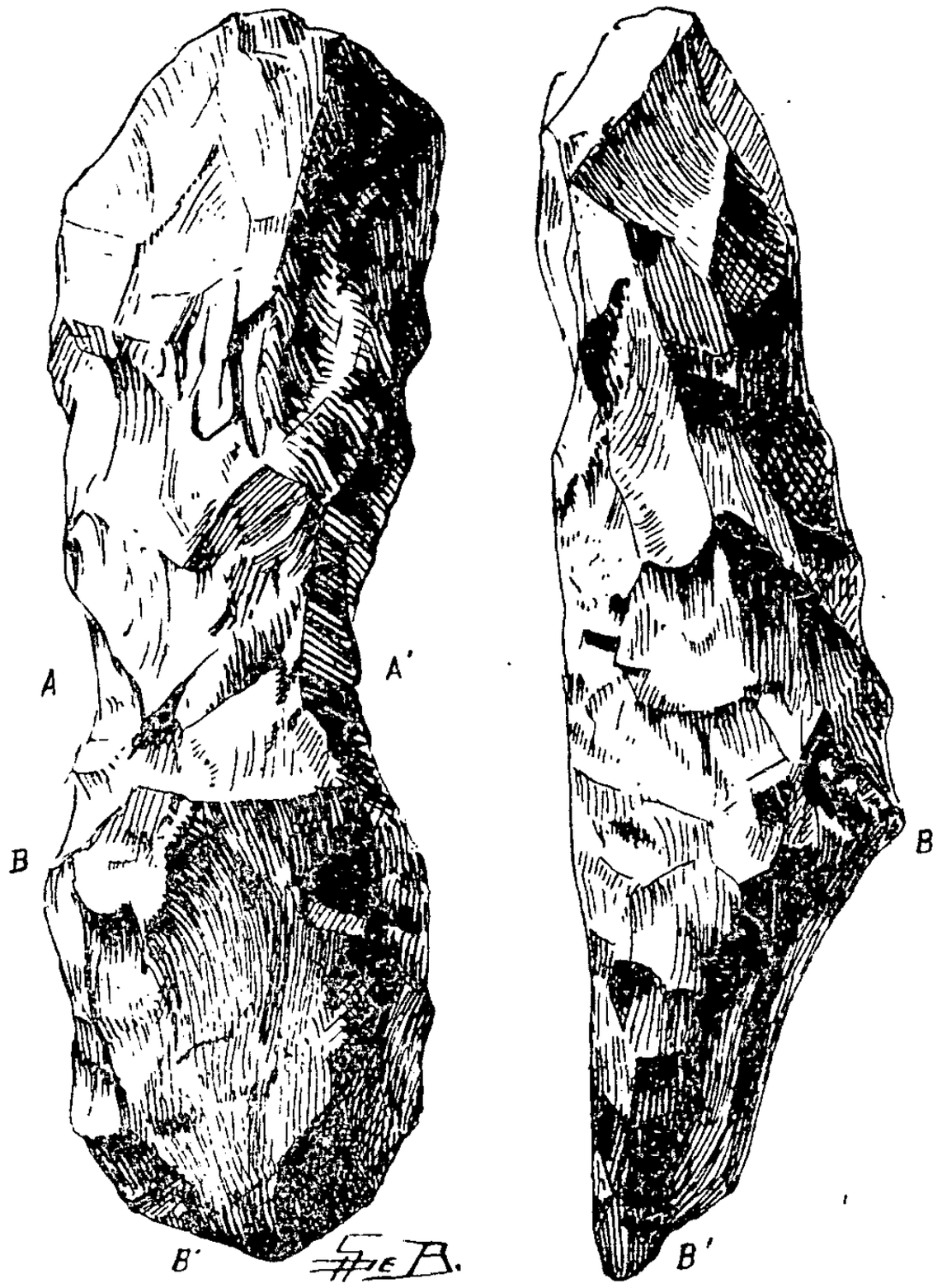


Fig 1. — Ecorçoir en silex ; face et profil. (Long. 19 cent,. largeur en B, 6 cent.)
Le Grand-Moron, Pontijou (Loir-et-Cher.)

à ces hypothèses, car si, toutefois, elles répondent à la réalité des faits, la preuve en est impossible à faire, quant à présent.

De l'Age de Fer, rien non plus ne subsiste de ce qui a pu servir d'écorçoirs.

En résumé, à partir de la fin du Néolithique, il ne semble pas y avoir eu d'outillage spécial pour l'écorçage des arbres. Si l'os avait été employé, je crois qu'on en retrouverait des traces dans les stations protohistoriques. Or, même dans le matériel si abondant des stations gauloises et romaines, on n'a rien trouvé, à ma connaissance.

Cependant, il y aurait lieu de revoir très attentivement les innombrables outils en os ou

en corne de cerf, trouvés dans les Pallafittes de la Suisse, de la Savoie, du Jura et dans les régions forestières en général.

Les écorçoirs en os de l'époque moderne. — Il m'a donc été impossible, jusqu'à présent, de déterminer, même approximativement, à quelle époque l'écorçoir en os est entré en usage.

En effet, en supposant qu'il ait été utilisé dès la fin de la Tène, il nous serait peut-être bien difficile d'en retrouver des spécimens, car il faut se rappeler que de tout temps (et aujourd'hui encore), les hommes qui travaillent en forêt ont toujours eu l'habitude d'utiliser sommairement des huttes en branchages sur le lieu même de leur travail. S'ils ne les habitent pas, ils s'y abritent parfois et y déposent leurs outils. Ce n'est donc ni dans les sépultures, ni dans les villages ruinés, mais dans le sol même des forêts qu'on aurait quelque chance de retrouver des écorçoirs très anciens que, du reste, il serait impossible de dater.

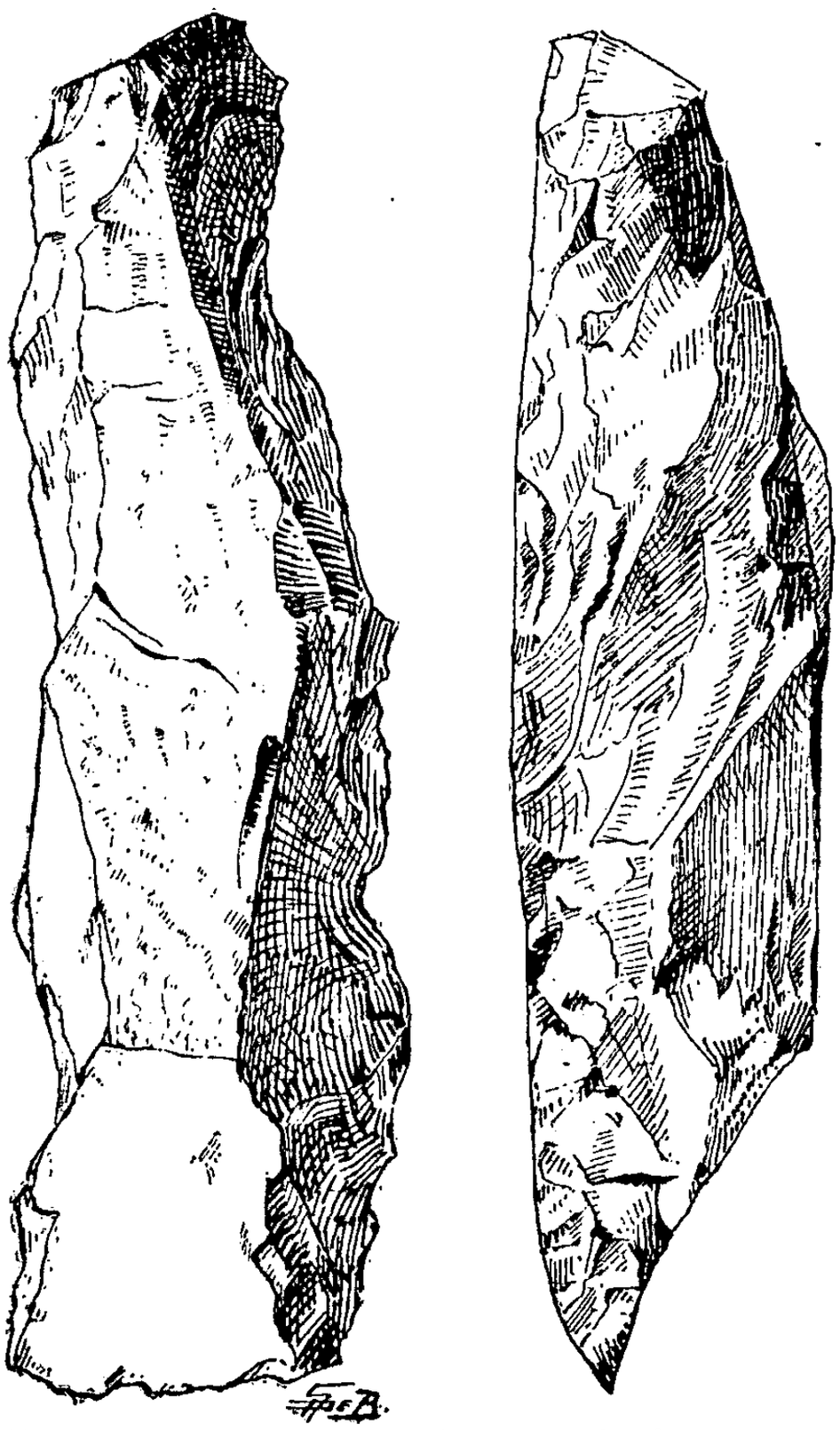


Fig. 2. — Ecorçoir en grès, face et profil ; long. 20 cent., larg. du tranchant 6 cent, Forêt de Montmorency (Seine-et-Oise.)

Seule, la *carbonisation spontanée*, plus ou moins complète, de la matière organique de l'os, pourrait attester l'antiquité de ces outils, ou bien perdus au cours du travail, ou bien oubliés dans quelque hutte détruite par le temps.

Bornons-nous donc à penser que l'écorçoir en os a pu prendre naissance vers le VIII^e^ siècle de notre ère lorsque commencèrent les grands défrichements des forêts en vue de la mise en culture.

***

Lorsque j'entrepris mes recherches sur le matériel agricole de la Beauce, je connaissais depuis longtemps les écorçoirs en os utilisés en France, dans les diverses régions forestières.

Le premier écorçoir en os qu'il me fut donné d'étudier d'une façon complète provenait de chez un vieux forestier, au Grand-Moron où

Fig. 3. — Ciseau ou herminette (gr. nat.), Forêt de Montmorency (Seine-et-Oise).

quelques années auparavant j'avais trouvé l'écorçoir en silex dont j'ai parlé plus haut.

Un premier examen me convainquit que cet os avait subi une préparation avant son emploi, car il avait certainement été cuit dans des conditions particulières, ce qui apparaissait nettement non seulement, en raison de sa densité, de sa dureté et de ses fissures d'un caractère spécial, mais aussi en raison de la coloration vert-bleu qui apparaissait sur le tissu osseux et

plus nettement encore sur le tissu spongieux (1).

Au cours des recherches que je poursuis

Fig. 4. — Ciseau ou herminette (gr. nat.).
Forêt de Montmorency (Seine-et-Oise).

depuis plusieurs années sur les incinérations des os et sur leurs colorations (j'espère pouvoir en publier bientôt les premiers résultats) j'ai observé que la couleur bleu-turquoise ou vert-turquoise qu'offrent certains os provenant de sépultures anciennes, et en l'absence de tout contact avec un objet en bronze, était due non pas à un phosphate de fer (comme je l'ai dit en 1924), mais à un phosphate double de fer et de chaux. Mais pour que les os puissent être colorés en bleu (ou vert) turquoise, il est nécessaire non seulement qu'ils soient incinérés jusqu'à destruction totale de la matière organique, mais en outre, comme je l'ai observé sur plusieurs centaines d'exemplaires, que cette incinération ait été précédée d'une inhumation dans un sol *calcaire*, inhumation qui n'a pas besoin, du reste, d'être de longue durée.

En possession de ces données, tant sur la coloration bleue que sur les phénomènes produits par l'action du feu sur les tissus osseux, l'examen de l'écorçoir du Haut-Moron (fig. 7) — ceux que je vis ensuite ne modifièrent en rien mon opinion — me conduisit aux conclusions suivantes :

1° L'os, décharné ou non, avait été enfoui un certain temps dans un sol calcaire ;

2° Il avait été taillé (avant ou après l'enfouissement) ;

3° Il avait été soumis, en dernier lieu, à une incinération *lente*, mais à une température voisine de 600°.

Si tous les écorçoirs en os témoignaient d'une incinération certaine, quelques-uns, assez rares, ne présentaient pas la teinte bleue ou verte, ce que j'attribuais à des différences dans la durée de l'enfouissement en sol calcaire.

Mais une enquête était nécessaire auprès des écorçeurs qui préparent eux-mêmes leurs outils.

Je m'excuse de m'étendre aussi longuement sur ces détails qui pourront paraître superflus,

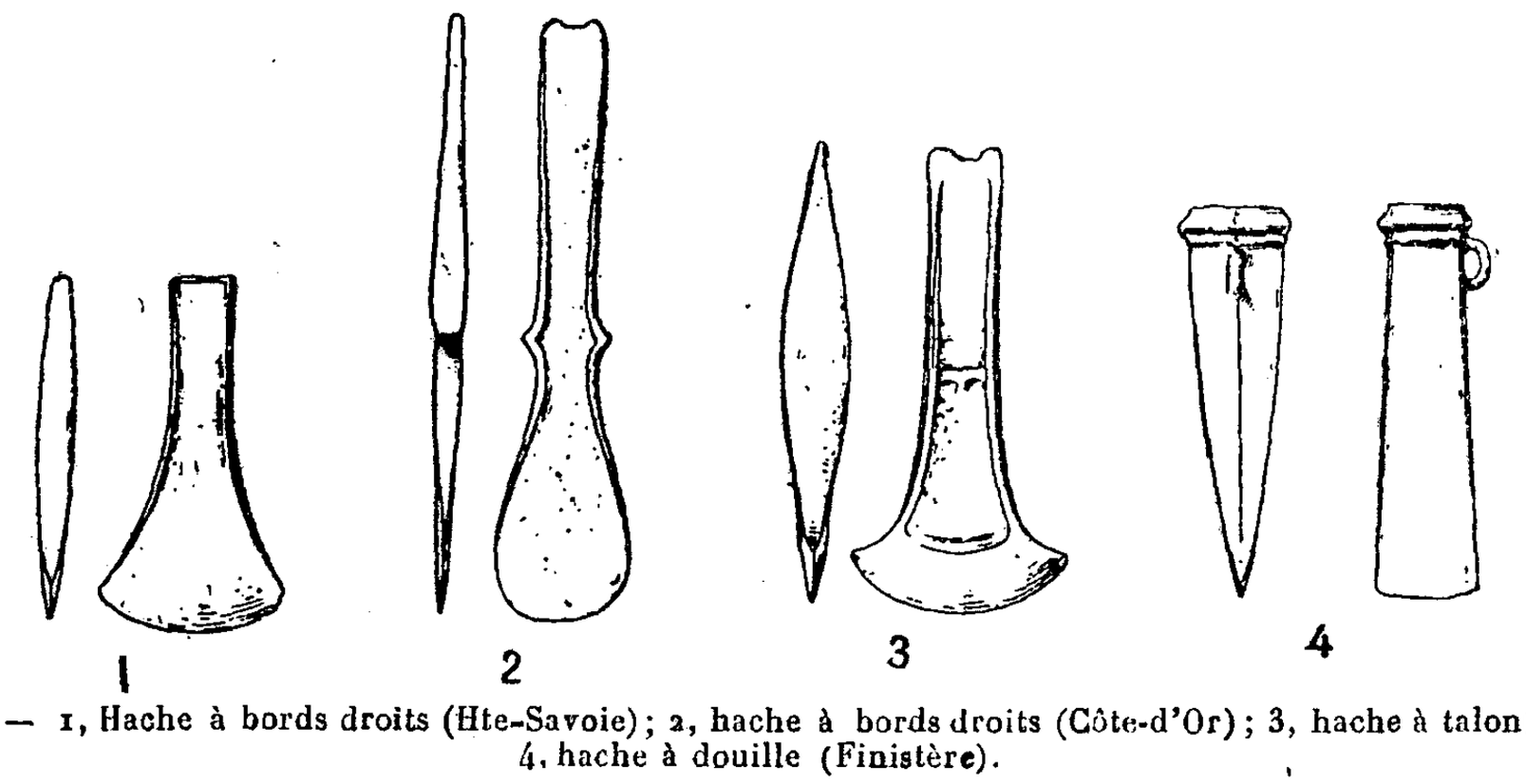


Fig. 5. — 1, Hache à bords droits (Hte-Savoie) ; 2, hache à bords droits (Côte-d'Or) ; 3, hache à talon (Oise) ; 4, hache à douille (Finistère).

(1) Il ne faut pas confondre la coloration bleu-turquoise des os, due au phosphate de fer, avec celle, bleu indigo l'osséine, que j'avais observée, dès 1924, sur des fragments d'os provenant de Palafittes transformées en tourbières

mais je veux montrer combien, parfois, est difficile l'étude de ces vieux outils. Le cas que je présente ici se reproduit souvent pour d'autres outils, lorsqu'il s'agit d'en retrouver l'origine, l'évolution, la fabrication ou l'emploi.

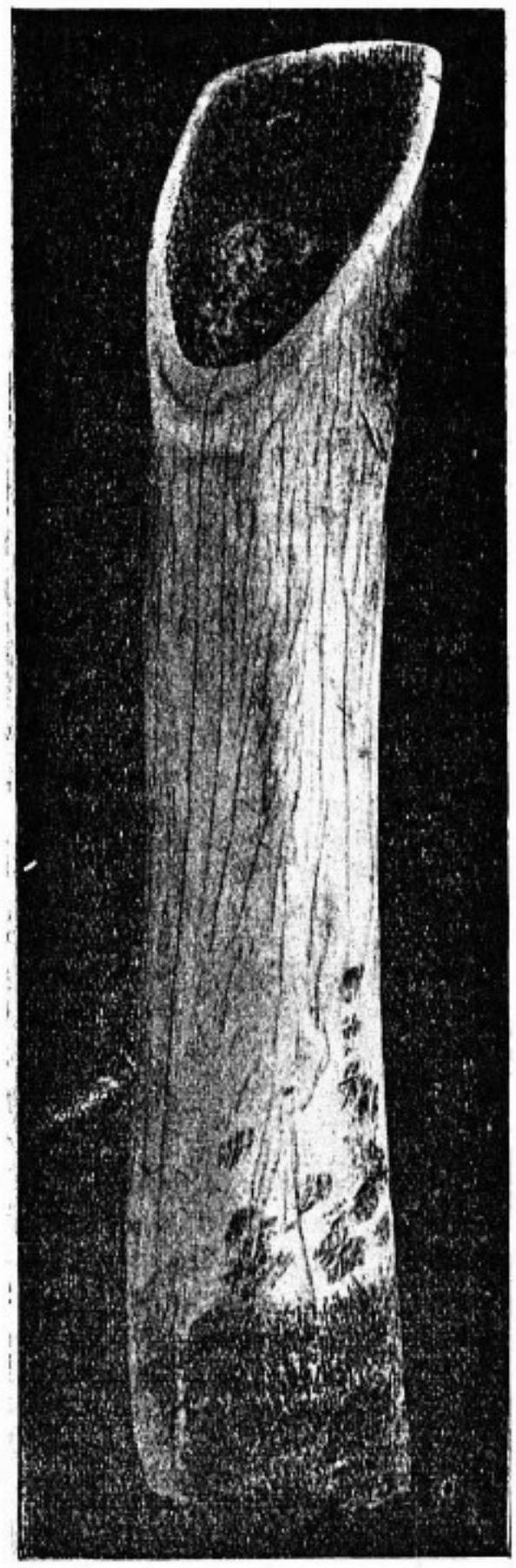


Fig. 6. — Ecorçoir en os; demi-grand.
Autainville (Forêt de Marchenoir et de Citeaux) (Loir-et-Cher).

(Suisse), de tourbières de la Somme, et d'anciens sols humides de quelques cavernes occupées au Paléolithique (Vallée de la Vézère). C'est alors que j'avais entrepris des recherches pour savoir dans quelles conditions, et par quel processus, cette coloration s'était produite, recherches fort longues, car je fus amené à recueillir moi-même, dans des couches géologiques antérieures à l'apparition de l'Homme sur la Terre, des os colorés, me fournissant les différentes phases de cette coloration. J'en possède maintenant une collection assez complète que je compte publier.

L'enquête que je fis auprès des paysans, aidé par mon excellent collaborateur et ami, l'abbé Hémonée, fut loin, tout d'abord d'être concluante, mais j'avais la certitude la plus absolue que mon diagnostic était exact.

Or, ce qui peut paraître bizarre, c'est qu'aucun écorçeur n'avait conservé le souvenir précis d'une préparation préalable de l'os. Les gestes, toujours les mêmes, que leurs ancêtres ont accompli pendant tant de générations, qu'eux-mêmes ont ensuite accompli pour fabriquer un écorçoir, leur semblaient si naturels qu'ils ne retenaient même plus leur attention : ils ne savaient plus pourquoi exactement ils cuisaient les os. En outre, ils comprenaient généralement que *cuire* veut dire *bouillir*, et, en effet, on ne faisait pas bouillir les os.

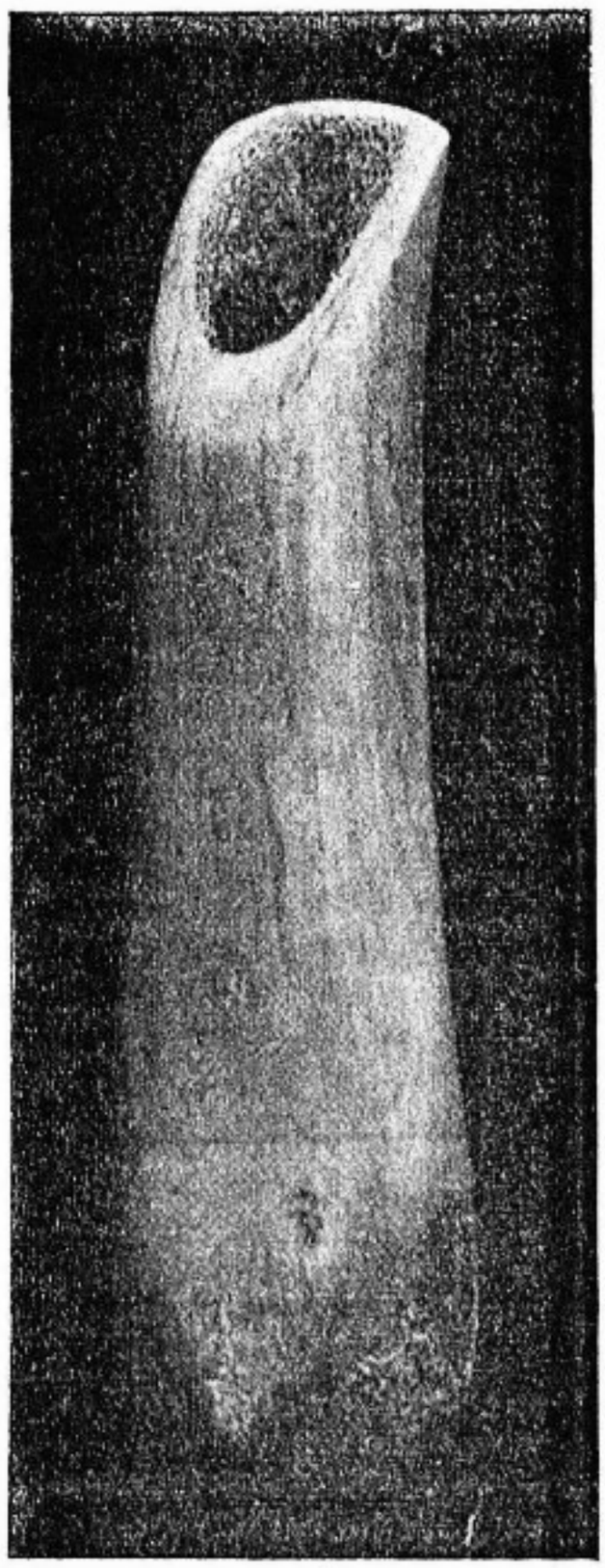


Fig. 7. — Ecorçoir en os, demi-grand.
Le Grand-Moron, Pontijou (Loir-et-Cher.)

Cependant, à la suite de renseignements obtenus, et coordonnés après de multiples interrogations, il me fut possible de reconstituer

les diverses phases de la fabrication des écorçoirs ; on utilisait uniquement les os de cheval, d'âne et de mulet, et seulement les os longs : fémurs, tibias et humérus.

La chair était enlevée et, pour achever le nettoyage, *on enterrait l'os dans une fourmilière* puis, lorsqu'il était rendu très net, on le taillait avec le gouet (grande serpe à couper le bois, en usage dans les régions forestières), c'est-à-dire qu'on arrondissait une des extrémités et on coupait l'autre en biseau que l'on passait ensuite sur la meule pour obtenir le tranchant voulu (voir figures 6, 7 et 8).

Tel quel, l'os n'aurait pu être manié facile-

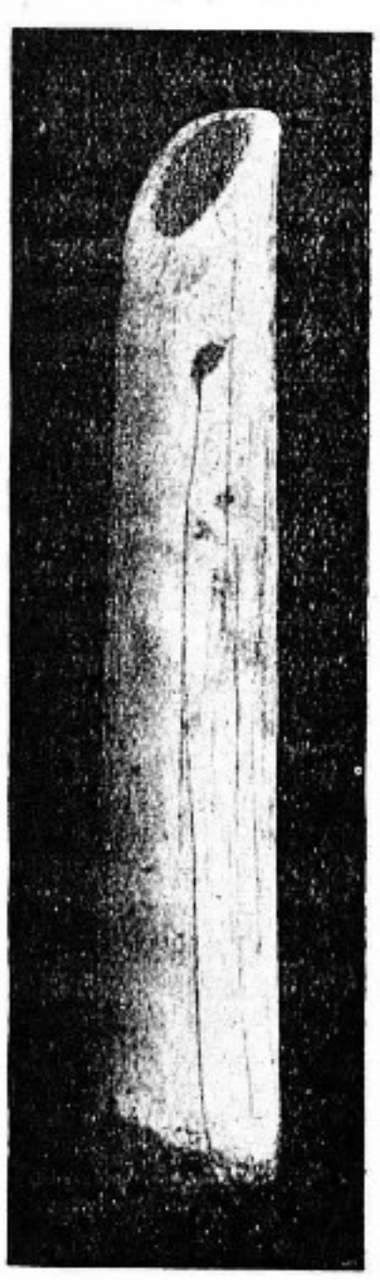


Fig. 8. — Ecorçoir en os, demi-grand.
Autainville (Forêt de Marchenoir et de Citeaux)
(Loir-et-Cher.)

ment car, contenant encore des matières grasses, il était onctueux et la chaleur de la main de l'ouvrier l'aurait rendu trop glissant pour obtenir un travail facile, et par conséquent productif. En outre, sa solidité et sa résistance eussent été très diminuées.

L'os étant taillé, il fallait donc détruire les matières grasses et, en outre, détruire l'osséine pour obtenir une contraction du tissu osseux qui devient alors compacte et d'une grande dureté (1).

A mesure que la matière organique se détruit sous l'action du feu, il se produit dans la masse du tissu osseux (mais non, sauf exceptionnellement, dans le tissu spongieux) des fissures plus ou moins larges, plus ou moins profondes, et, ordinairement dans le sens longitunal (fig. 6 et 8).

Bien entendu, les écorceurs ignoraient ces phénomènes dûs à l'incinération, ils savaient seulement que cette opération leur procurait d'excellents outils.

Comme ils ont toujours du feu pour préparer leurs aliments, ils enfouissaient l'os dans les charbons et les cendres très chaudes, et obtenaient ainsi une incinération *lente*, à basse température, condition indispensable pour éviter la vitrification de l'os, ce qui l'eût rendu cassant comme du verre. Bien entendu, ils opéraient empiriquement.

Tout ce que je viens de dire sur la prépation des écorçoirs, corrobore complètement mon premier diagnostic, même l'enfouissement dans un sol calcaire, cet enfouissement ayant été fait, comme nous venons de le voir, dans une fourmilière. Or, celle-ci est constituée par des détritus pris alentour, donc riches en calcaire dont est formé le sol beauceron : l'os s'est donc trouvé dans les conditions voulues pour témoigner de cette intéressante réaction qui fait apparaître, sous l'influence d'un traitement thermique, le phosphate bleu passant au verdâtre par suite de la présence de peroxyde de fer.

En résumé, l'écorçoir se trouve constitué par un os dont la dureté et, par suite toutes les qualités qui en résultent, ainsi que l'inaltérabilité, sont dues à une *cuisson lente* et en même temps *modérée*.

Les écorçoirs offrent d'assez grandes différences dans leurs dimensions : longueur et diamètre, car chaque outil était préparé pour l'ouvrier qui l'utilisait et, dans chaque famille, tout le monde travaille, hommes, femmes et enfants ; on conçoit donc que l'écorçoir doit être approprié à l'individu qui s'en sert plus spécialement, à sa force et à « sa main ».

Voici, à titre d'exemple, les dimensions de quelques écorçoirs de ma collection :

	Grands	Moyens	Petits	
Longueur totale	280	225	175	175
Diamètre au sommet	51	50	33	54
Largeur du tranchant	52	46	33	36

On voit par ces mesures combien ces outils sont irréguliers : les deux premiers types très

(1) Je n'entre pas ici dans la description des phénomènes que détermine l'incinération des os, car je m'écarterais trop de mon sujet, d'autant plus que cette question sera traitée dans le travail spécial qui paraîtra dans cette *Revue*.

différents comme longueur, ont le même diamètre. tandis que les deux derniers qui ont la

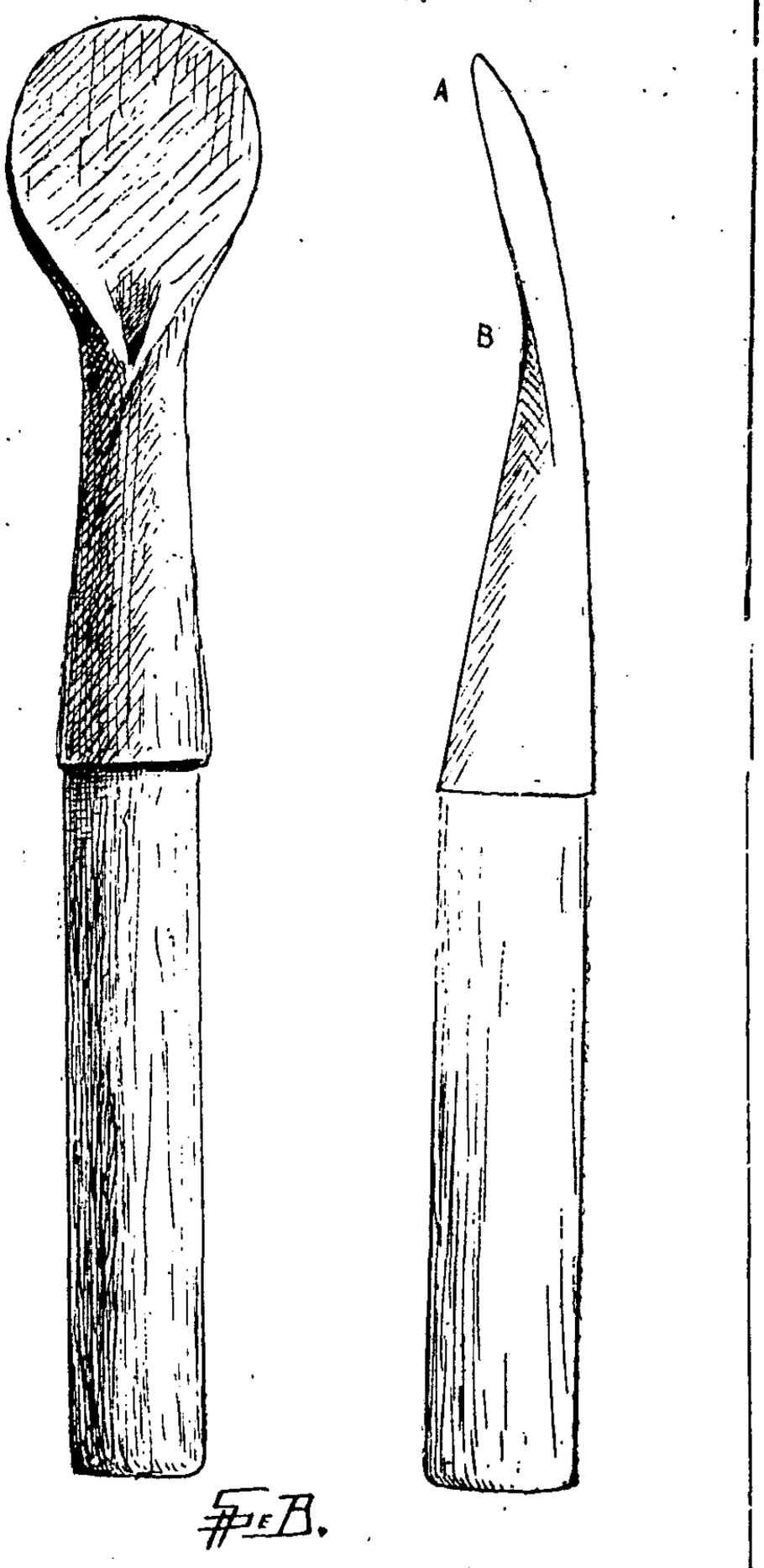


Fig. 9. — Ecorçoir en acier, demi-grand. Beauce (toute la région forestière.)

même longueur, diffèrent complètement comme diamètre.

Parmi les écorçoirs, les uns témoignent d'une certaine ancienneté par la patine vraiment très remarquable qu'ils possèdent, quelques-uns, au contraire, dépourvus de toute patine, paraissent avoir très peu servi et il est possible qu'ils appartiennent à l'époque de transition, c'est-à-dire celle où les écorçoirs en acier commencèrent à entrer en usage. Or, d'après les renseignements que j'ai recueilli auprès de quelques vieux forestiers (octogénaires et nonagénaires), l'apparition en Beauce de l'écorçoir en acier remonterait à environ une cinquantaine d'années, ce qui, du reste, correspond à la révolution qui s'accomplit en 1875-1878 dans tous les domaines de l'Agriculture.

Ecorçoirs en acier. — L'écorçoir actuel, en acier, a la forme d'une spatule légèrement convexe (fig. 9), assez mince et tranchante à l'extrémité A. Sa convexité lui permet d'épouser celle de l'écorce, ce qui facilite grandement le travail de l'ouvrier. La spatule est discoïde et se termine par une douille permettant de l'emmancher. Le diamètre moyen du disque est de 5 à 6 centimètres, la longueur totale moyenne de l'instrument, y compris le manche est de 25 à 30 centimètres.

Au dire de certains écorçeurs, l'outil en acier ne présenterait pas un perfectionnement bien notable sur l'outil en os, sauf, toutefois, qu'il est plus maniable que ce dernier. Mais il est assez difficile de connaître exactement leur opinion, car, en admettant que l'écorçoir en acier soit beaucoup plus pratique, les paysans sont si attachés à leurs vieux outils, à leurs vieilles méthodes de travail, que beaucoup ne se résoudraient qu'à regret à reconnaître que l'écorçoir en os n'était pas l'outil idéal.

Cet article est le premier d'une série que je compte publier au fur et à mesure que je pourrai compléter un ensemble d'outils utilisés pour une même culture, le labourage, la moisson, la culture de la vigne, qui sont autant de chapitres de l'Histoire des classes rurales auxquelles nous sommes redevables de la création et de la conservation de notre Civilisation.

COUP D'ŒIL SUR L'HISTOIRE DE LA MÉTÉOROLOGIE

par le Commandant J. ROUCH

La météorologie dans l'antiquité. — Les premiers hommes, soumis plus encore que nous le sommes aujourd'hui aux vicissitudes atmosphériques, ne manquèrent pas de faire des remarques sur la pluie, le vent, les orages ou le beau temps. Ce ne furent évidemment que des remarques confuses, qui n'allèrent pas bien loin, car la météorologie, partie de la physique, ne pouvait faire des progrès qu'autant qu'on possèderait des principes assez avancés sur la chaleur, la vapeur d'eau, les propriétés des gaz, toutes notions qui ne se sont développées et précisées que dans les temps modernes.

Aussi toute la science météorologique de l'antiquité tient-elle en fort peu de pages. *La Météorologie* d'Aristote ; *les signes avant-coureurs de la pluie* de Théophraste ; le *De Rustica* de Varron ; les *Phénomènes* d'Aratus ; l'*Histoire naturelle* de Pline sont des livres forts courts dans leur partie météorologique. Il ne faut pas d'ailleurs négliger les poètes : Homère dans l'*Odyssée* ; Virgile dans quelques très beaux passages de son *Enéide* et des *Géorgiques* ; Ovide dans ses *Métamorphoses* ont donné des descriptions de tempêtes qui sont fort belles tout en étant très précises, ou des conseils sur la prévision du temps, ou encore des indications assez exactes sur les différents climats du monde connu de leurs temps. Cicéron, Pline, Salluste, Lucrèce, et bien d'autres auteurs, dans leur correspondance ou dans leurs ouvrages font des allusions nombreuses au temps qu'il fait et ces remarques sont souvent exactes. On peut même assurer que les allusions météorologiques, que l'on trouve dans les auteurs anciens, sont très comparables à celles que l'on peut glaner dans les ouvrages littéraires modernes, et, au moins aussi savantes. Il semble que les littérateurs, en fait de science de l'atmosphère, n'ont jamais dépassé le stade de l'antiquité.

Quelles étaient donc ces connaissances de l'antiquité ? C'étaient en effet celles qu'ont encore les hommes d'aujourd'hui qui subissent les événements atmosphériques sans chercher à étudier leurs causes et leur enchaînement. Une forte tempête, un ciel nuageux ou clair, un orage, la pluie, la grêle, le vent, la chaleur, le froid, tout ce qui pouvait gêner ou favoriser les cultures était fort bien observé et décrit par ces premières populations essentiellement agricoles. Les premiers navigateurs, qui étaient le jouet des vents, ajoutèrent leur expérience à celle des populations terriennes. Et ainsi peu à peu se créa une connaissance souvent fort exacte des phénomènes tels du moins qu'un observateur isolé, et n'ayant à sa disposition que ses sens, peut les observer. On peut s'amuser à prouver que Virgile a dit des choses fort justes sur le climat de l'Italie, Ovide sur celui des rivages de la Mer Noire, Salluste sur l'Afrique du Nord. Ces remarques anciennes ont été même mises à profit, tant on leur accorde d'exactitude, pour montrer que le climat de la terre n'a pas changé au moins depuis ces époques lointaines.

La météorologie, comme toutes les sciences à leur début, traversait son stade empirique, et beaucoup d'hommes aujourd'hui en sont restés là. On entend encore aujourd'hui la très grande majorité des agriculteurs ressasser les pronostics du temps que Virgile a traduits, il y a 2.000 ans, en vers magnifiques ; on continue à croire à l'influence de la lune sur le temps, comme y croyaient Varron, Théophraste, Aratus, Pline et tant d'autres ; on croit que l'instinct infaillible des animaux nous annonce si l'hiver prochain sera rude. Et aujourd'hui encore, comme aux temps antiques, on n'hésite pas à invoquer la divinité . « Bien des gens trouveront tout naturel, écrit Henri Poincaré, de prier pour avoir la pluie ou le beau temps, alors qu'ils jugeraient ridicule de demander une éclipse par une prière. »

La météorologie au moyen-âge. —Le moyen-âge ne fit pas avancer d'un pas la science de l'atmosphère. Simplement en même temps que s'augmentait notre connaissance des différentes régions terrestres, s'augmentait notre connaissance des divers climats. Mais la météorologie ne put vraiment faire des progrès que lorsqu'elle eut à sa disposition les instruments permettant de mesurer les éléments atmosphériques essentiels, les thermomètres et les baromètres.Elle entre alors dans une nouvelle phase, qui succède à la phase empirique, et qu'on pourrait appeler la phase instrumentale.

La météorologie instrumentale. — Que ce soit Galilée qui soit l'inventeur du thermomètre, ou un autre savant, il est certain que les premiers instruments dignes de ce nom, qui étaient des thermomètres à air, furent en usage à la fin du XVI^{e} siècle.

Ces premiers thermomètres ne portaient aucune graduation et n'étaient que des instruments de laboratoire ; ils ne devinrent pratiques que lorsqu'on construisit des thermomètres à l'huile de lin, à l'alcool et enfin au mercure. Fahrenheit construisit en 1714 le premier ther-

momètre à mercure, gradué suivant l'échelle qui porte son nom, et qui est encore en usage dans les pays de langue anglaise ; Celsius en 1743 en Suède, Christin à Lyon, en 1754 adoptèrent la division dite centigrade. Les observations précises de température de l'air ne remontent donc pas plus haut que le milieu du XVIII^e^ siècle.

Quant au baromètre, il fut inventé par Torricelli, en 1643, et dès 1648, Pascal, dans une expérience mémorable au Puy-de-Dôme, démontrait l'existence de la pression atmosphérique et fondait ainsi véritablement la météorologie dynamique, tout entière basée sur la variation de la pression.

Vingt années seulement après l'invention de Torricelli, en 1663, Isaac Vossius, dans son *Guidon de la Navigation*, faisait la remarque que « toutes fois et quantes qu'il s'élève du vent ou de la tempête de la mer, la hauteur de l'hydrargire (mercure) s'abaisse visiblement et à proportion de la grandeur de la tempête qui survient, et quand la tourmente cesse et que le calme revient, l'hydrargire monte de nouveau. Je ne doute nullement que si ceux qui font voyage à la mer veulent consulter exactement ces sortes de tuyaux, ils n'en puissent tirer de plus certains présages pour connaître avec assurance quel est l'état de la mer, et s'il y a quelque apparence de tempête. »

Quelques années plus tard, l'Anglais Hooke, qui inventait un baromètre à cadran, adoptait les inscriptions qui y ont toujours été reproduites, pluie, variable, beau temps, etc.

L'humidité ne commença à être mesurée à l'aide d'un thermomètre sec comparé à un thermomètre mouillé (ce que nous appelons un psychromètre) qu'à la fin du XVIII^e^ siècle, instrument qui ne fut d'ailleurs sérieusement étalonné que lorsque Daniel eût inventé, en 1819, son hygromètre à condensation, perfectionné par Regnault en 1845 et par Alluard en 1878.

Le vent fut observé à vue pendant très longtemps. Les anciens Grecs utilisaient couramment une rose des vents à 12 directions ; les navigateurs à voiles notaient le vent au quart près (11°1/4) et même au demi-quart près. En 1805, l'amiral anglais Beaufort proposa son échelle de mesure de la vitesse du vent en 12 parties, qui fut adoptée dans la suite par tous les navigateurs. Ce n'est que dans la dernière moitié du XIX^e^ siècle que se répandit l'usage des anémomètres à rotation ou à pression, bien que Hooke ait décrit, dès 1667, un anémomètre à pendule.

Presque à la même époque où Beaufort proposait son échelle de vitesses des vents, Howard, en 1803, désireux de donner plus de précision à l'observation des nuages, adopta la classification encore aujourd'hui en usage : cirrus, cumulus, stratus et nimbus.

Les observations météorologiques locales. — La météorologie, pendant de nombreuses années, resta purement locale ; on se contenta d'observer les phénomènes en un point donné, grâce à des instruments de plus en plus précis, de plus en plus sensibles, et qui enregistrent aujourd'hui automatiquement leurs indications. On observa en un même lieu la succession des phénomènes, et leur corrélation entre eux. C'est ainsi, par exemple que les relations entre la variation de la pression barométrique et les tempêtes se précisèrent. Le *Traité de Météorologie* du P. Cotte, publié en 1774, ainsi que son supplément, publié en 1788, contient des indications très nombreuses à ce sujet. Mais ce furent surtout les navigateurs qui apportèrent une importante contribution à ce propos. Les tempêtes revêtent, en effet, sur mer un caractère plus régulier que sur les terres et elles présentent d'autre part un danger si grand que c'est souvent une question de vie ou de mort pour le navigateur d'en prévoir l'approche, d'en déterminer l'évolution et de manœuvrer à temps pour éviter d'en être victime.

Dès l'époque des grandes découvertes maritimes, on a connu ces violentes tempêtes tropicales appelées ouragans (*hurricanes*) dans les Antilles, cyclones dans les parages de l'océan Indien et de l'océan Pacifique, typhon dans les mers de Chine. Le célèbre voyageur anglais, Dampier en a donné en 1687 une description saisissante. En 1698, le capitaine Langford a communiqué à la Société Royale de Londres un mémoire sur les ouragans observés aux Antilles de 1657 à 1667. Il en nota avec exactitude les signes précurseurs et proposa des règles judicieuses pour permettre à un navire surpris par un ouragan, de s'en tirer sans trop de dommages. Au XVIII^e^ siècle, les descriptions de cyclones furent nombreuses ; la rotation du vent, les formations nuageuses qui les accompagnent furent soigneusement notées. Il est assez curieux de constater combien est précise la description, très littéraire d'autre part, du cyclone du *Saint-Géran* dans *Paul et Virginie* (1786) (1).

Mais les études de ces météores n'eurent vraiment une base scientifique que lorsque de nombreux navires furent munis d'instruments météorologiques, en particulier de baromètres, ce qui n'eut lieu qu'à la fin du XVIII^e^ siècle.

Le célèbre météorologiste allemand Dove, en 1828, l'ingénieur hydrographe américain, Redfield, à partir de 1831, le colonel américain Reid, en 1838, consacrèrent plusieurs mémoires à l'étude des tempêtes. En 1850, l'Anglais Pindington publia son *Traité sur la loi des tempêtes*, traduit dans toutes les langues et consi-

(1) Voir *Orages et Tempêtes dans la Littérature* (Soc. d'éd. géog.).

déré pendant longtemps comme le véritable guide des marins de toutes nations pour tout ce qui concernait les tempêtes tropicales.

Les observations météorologiques locales, à mesure qu'elles se multiplièrent, permirent aussi de préciser les climats de chaque lieu. On prit l'habitude de rapporter ce climat non plus à des impressions confuses, comme on l'avait fait jusqu'alors, mais à la température, à l'humidité, à la direction et à la vitesse du vent. On établit par des moyennes les valeurs normales de ces divers éléments, déduites d'un grand nombre d'années d'observations. On étudia les variations diurnes, mensuelles, annuelles de chacun d'eux. On compara entre elles les observations de température, de pression barométrique, d'humidité et de direction du vent ; on construisit ainsi laborieusement ce qu'on appela les roses barométriques, thermiques, hydrométriques, etc. Le météorologiste devint un statisticien, vite submergé par les nombres qui ne cessaient chaque jour de s'accumuler sur ses registres. Pour tirer parti de cette documentation surabondante, qu'il s'ingénia à traiter de toute façon, où quelques-uns recherchèrent vainement une périodicité rigoureuse, il se condamna à un travail de calculateur sans répit ; les colonnes de chiffres devinrent sa seule préoccupation, et il perdit l'habitude de regarder le ciel. On vit alors fleurir, à la fin du siècle dernier, cette sorte particulière de savant, que fut le météorologiste de bureau, contre lequel s'est dessinée depuis quelques années une réaction assez vive. Ce sont pourtant ces météorologistes de bureau qui ont donné à la météorologie son fondement le plus solide, la climatologie. Car non seulement celle-ci nous indique les valeurs normales, ce qu'on pourrait appeler le fond de tableau habituel, mais encore, par les valeurs extrêmes des divers éléments, les possibilités. Et sans connaître le fond de tableau et les possibilités, on ne raisonne que sur le vide.

La circulation atmosphérique générale. — C'est au stade de la météorologie que nous examinons en ce moment, que l'on peut appeler la météorologie statistique, que se rattachent les premières études sur la circulation atmosphérique générale.

Halley, en 1696, utilisant les observations des navigateurs, proposa une théorie des vents alisés et des moussons, basée sur les différences d'échauffement des diverses régions du globe, théorie qui est encore aujourd'hui adoptée. Il avait eu d'ailleurs l'idée féconde de porter sur une carte la distribution des éléments météorologiques : « Pour aider la conception du lecteur dans une matière aussi difficile, écrivait-il, j'ai cru nécessaire d'adjoindre un schéma montrant d'un seul coup d'œil les diverses étendues occupées par les vents d'une direction donnée. De cette manière, la chose peut être mieux comprise que par une description verbale, quelle qu'elle soit. »

La circulation atmosphérique présentait un intérêt immédiat du temps de la marine à voiles, et dès le XVIII^e^ siècle on se préoccupa de déterminer les routes à suivre pour faire les traversées les plus courtes. Mais les recherches de ce genre furent confuses et désordonnées ; les navigateurs se transmettaient des règles empiriques, qu'ils suivaient avec routine, sans essayer d'introduire des modifications basées sur l'étude comparative des données de l'expérience.

Le véritable initiateur de recherches précises fut le Français Charles Romme qui, en 1806, écrivait : « L'histoire, et la théorie des grands mouvements de l'atmosphère, si elles étaient portées au degré de perfection qu'elles auront peut-être un jour, serviraient à diriger les routes des navigateurs et à leur indiquer les époques auxquelles, avec plus de sûreté, ils pourraient parcourir les divers parages du globe. » Charles Romme a publié un *Tableau des vents, marées et courants du globe*, qui fixe l'état des connaissances à son époque.

Dove, au début du XIX^e^ siècle, ne vit partout que la lutte d'un courant froid, ou polaire, et d'un courant chaud, ou équatorial, et les météorologistes modernes ont remis à la mode cette conception.

Vers 1840, le lieutenant de vaisseau Maury de la marine américaine eut l'idée de coordonner toutes les observations éparses dans les journaux de bord, et d'inscrire sur des cartes des tableaux donnant les vents qu'on a le plus de chances de trouver à chaque saison.

Maury a complété ses cartes des vents par une classification des traversées, afin de connaître les routes les plus favorables pour se rendre d'un point à un autre.

Ses recherches lui permirent, par exemple, de réduire de 41 à 18 jours la durée des traversées des Etats-Unis à l'Equateur, de 180 à 100 jours la traversée des Etats-Unis en Californie. L'exemple le plus remarquable fut fourni par la traversée d'Angleterre en Australie, qui s'effectua en 130 jours au lieu de 250.

A la suite de ces brillants résultats un Congrès international, réuni à Bruxelles en 1853, arrêta un plan uniforme d'observations, grâce auquel la météorologie nautique fit en quelques années d'immenses progrès. On publia, dans tous les pays maritimes, des cartes des routes analogues à celles de Maury. Ses instructions nautiques (*Sailing directions*) furent traduites dans toutes les langues et tous les navigateurs compulsaient ses « Tableaux de croisement » (*crossing*), qui indiquaient les points successifs où les routes recommandées coupaient

un certain nombre de parallèles ou de méridiens.

On a calculé, vers 1870, que l'économie réalisée à la suite des travaux de Maury dépassait 100 millions de francs par an, pour l'ensemble des marines. Jamais les études météorologiques n'ont eu rendement aussi magnifique.

Les cartes des vents, à l'imitation de celles de Maury, furent perfectionnées dans la suite. Les meilleures et les plus claires sont celles établies en France par le lieutenant de vaisseau Brault, et les *Pilot Charts* du Weather Bureau de Washington.

Les travaux de Maury et de ses continuateurs ont été faits pour le bénéfice des navigateurs à voiles, et leur intérêt est aujourd'hui beaucoup moins grand qu'il y a soixante ans. Si les voiliers longs-courriers ont toujours intérêt à s'en servir, et si les petits cargos à faible puissance doivent rechercher les régions où les vents ne leur sont pas trop défavorables, ce ne sont là aujourd'hui que des cas particuliers et on peut dire que les navires à vapeur modernes se soucient assez peu, pour choisir leurs routes, des travaux de Maury. Je ne pense pas que l'on passe beaucoup de temps, dans les différentes écoles navales, à apprendre aux futurs navigateurs à utiliser les cartes des vents pour les besoins de la navigation. Les Services Hydrographiques ne rééditent plus les Routiers, qui étaient les livres de chevet de nos pères.

Les observations météorologiques simultanées. — Ce n'est qu'au XIXe siècle que l'on songea à comparer entre elles les observations météorologiques, faites simultanément dans des lieux différents. A vrai dire, c'est Descartes qui en eut sans doute le premier l'idée ; il demanda à l'ambassadeur de France à Stockholm d'observer le baromètre en même temps que lui. Ces premières expériences n'eurent d'ailleurs pas de suite.

D'après le témoignage de Lavoisier, Borda entreprit en 1770, de rapprocher et de comparer les observations météorologiques faites en différents lieux aux mêmes jours et aux mêmes heures, et il en déduisit des relations entre la pression barométrique et le vent, qui sont comme une intuition de la loi que Buys Ballot devait découvrir plus tard ; il montra aussi que les variations de la pression barométrique se déplacent d'un lieu à l'autre en conservant sensiblement les mêmes caractères.

Frappé des résultats obtenus par Borda, Lavoisier s'entendit avec plusieurs savants pour faire construire des baromètres comparables entre eux, et pour les faire observer dans un grand nombre de points de la France. Lavoisier fut emporté par la tourmente révolutionnaire et il ne put réaliser ses projets, mais ses idées avaient assez frappé l'opinion publique pour qu'en 1793, Romme, député à la Constituante, et chargé de présenter un rapport sur le télégraphe aérien imaginé par Chappe, n'oubliât pas de mentionner, au nombre des avantages présentés par la nouvelle invention, la possibilité de prévoir l'arrivée des tempêtes et d'en donner avis aux ports et aux cultivateurs. Ce fut là la première idée de la télégraphie météorologique et de la prévision du temps, telles que nous les pratiquons aujourd'hui, et on voit qu'elles remontent au moment même de la naissance du télégraphe.

Signalons enfin, pour clôturer cette série de précurseurs, qui furent tous des Français, qu'en 1801, Lamarck se proposa de fonder, « une correspondance météorologique » devant embrasser l'univers entier.

Dans la première moitié du XIXe siècle, plusieurs savants, et principalement des marins, parmi lesquels il faut citer Brandes, Espy, Loomis et Piddington, construisirent — après coup — des cartes d'observations météorologiques simultanées. Ce fut Le Verrier qui leur donna une forme pratique, aujourd'hui encore universellement adoptée, en représentant sur ces cartes la distribution de la pression barométrique par des isobares, c'est-à-dire par des lignes joignant les stations où l'on observe au même instant la même valeur de la pression.

Les météorologistes qui l'avaient précédé avaient représenté la distribution des pressions barométriques à l'aide de divers procédés, dont quelques-uns nous paraissent aujourd'hui fort étranges. Les uns inscrivaient sur les cartes les écarts à la moyenne de la pression ; d'autres joignaient par des lignes les stations où l'on observait au même instant le minimum de pression ; d'autres se contentaient de noter à chaque station la valeur de la pression. Fitz-Roy représentait la pression barométrique par des ordonnées plus ou moins grandes ayant leur origine sur les parallèles de latitude.

C'est de l'étude des cartes synoptiques du temps donnant à la fois la distribution de la pression barométrique et la direction du vent sur les Pays-Bas que le météorologiste hollandais Buys-Ballot a déduit, en 1857, sa règle célèbre : Tournez le dos au vent, la pression est plus basse à votre gauche qu'à votre droite.

La loi de Buys-Ballot est une des plus importantes de la météorologie moderne.

(*A suivre*).

NOTES ET ACTUALITÉS

Le Mois Mathématique

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Mai 1931).

Logique mathématique. L'axiome du choix peut être démontré dans le cas d'un nombre fini d'ensembles. M. *A. Fraenkel* l'a envisagé dans le cas d'une infinité dénombrable d'ensembles tous finis, et il montre que la proposition de l'axiome reste indépendante de cette spécialisation.

Théorie des nombres. Précédemment, M. *W. Tartakowsky* avait généralisé la notion de fonction génératrice d'Euler ; il utilise cette extension pour déterminer la totalité des nombres réprésentable par une forme indéfinie, quadratique ou cubique.

Théorie des fonctions. 1. M. *Henri Cartan* étudie les domaines semi-cerclés (x,y) univalents dont la projection sur le plan complexe (x) n'est pas univalente. Ces domaines D jouissent des propriétés suivantes : étant donné un domaine quelconque D, il existe au moins une fonction $f(x, y)$ holomorphe dans D et non développable dans D en série uniformément convergente et de polynomes ; de plus, le plus petit domaine total d'existence d'une fonction holomorphe qui contienne le domaine D n'est pas univalent.

2. En s'appuyant sur un de ses résultats antérieurs, M. *J. Dieudonné* montre que, pour qu'une fonction holomorphe pour $|z| < 1$ à coefficients réels

$$f(z) = z + a_2 z^2 + \ldots + a_n z^n + \ldots ,$$

soit univalente pour $|z| < 1$, il faut que l'on ait $|a_n| \leqslant n$, l'égalité étant réalisée pour $\frac{z}{(1-z)^2}$.

3. M. *A. Rauch* généralise un théorème de M. Valiron sur une limitation du nombre des racines de $f(z) = \gamma$ dans un certain cercle (γ désignant une constante, et $f(z)$, une fonction méromorphe). L'Auteur limite également dans certains cercles le nombre des racines de l'équation $f(z) = \Pi(z)$ où $\Pi(z)$ est une fonction méromorphe d'ordre inférieur à celui de $f(z)$.

4. Généralisant des résultats de M. Denjoy, M. *Jean Brille* montre qu'une fonction résoluble (n) est déterminée à l'addition près d'un polynome de degré $n-1$ si l'on connaît sur une épaisseur pleine sa dérivée $n^{\text{ième}}$ approximative (c'est-à-dire la dérivée approximative de sa dérivée $(n-1)^{\text{ième}}$ ordinaire).

Analyse. 1. En s'appuyant sur la théorie des fonctions quasi-analytiques, M. *Mandelbrojt* établit divers théorèmes permettant d'affirmer, par exemple, qu'une fonction holomorphe et bornée dans un demi-plan est identiquement nulle.

2. Etendant aux fonctions n-métaharmoniques des propriétés connues des fonctions harmoniques, M. *Jean-Pierre Robert* généralise, notamment, la formule de médiation de M. Zaremba et montre comment le même processus de démonstration permet de retrouver l'analyticité et l'autonomie du domaine réel. Les résultats sont valables dans l'espace euclidien à p dimensions.

3. M. *J. Leray* étudie en fonction du paramètre K les solutions du système de Navier qui régit l'écoulement des liquides visqueux. Des résultats locaux avaient été déjà obtenus par Odqvist ; mais, par une pénétrante analyse, l'Auteur parvient à obtenir d'importants résultats d'ensemble : en formant des majorantes convenables, il montre que de tout ensemble de solutions correspondant à un ensemble borné de valeurs de K on peut extraire une suite convergeant uniformément vers une solution du système. On peut alors procéder comme dans l'étude des fonctions implicites ; les valeurs singulières de K sont dénombrables, et ne s'accumulent pas à distance finie ; entre deux valeurs singulières le nombre des solutions du système de Navier reste constant et impair. La méthode s'applique aux problèmes de l'Hydrodynamique.

4. Toute fonction continue peut être représentée sous la forme d'une somme de deux superpositions de fonctions à variation bornée ; par contre, on a ce curieux théorème, dû à Mlle *Nina Bary* : il existe des fonctions continues qu'on ne peut représenter sous la forme

$$\varphi_n \{ \varphi^{n-1} \ldots [\varphi_1(x)] \}$$

quel que soit le nombre n des fonctions à variation bornée φ^n.

5. Comme le montre M. *R. Gosse* toute équation $s = f(x,y,z,p,q)$ linéaire en p ou q n'est intégrable que si elle se ramène soit à une équation de Moutard, soit à une équation linéaire ne dépendant que d'une seule fonction arbitraire.

6. Reprenant des résultats qu'il avait énoncés antérieurement, M. *Stefan Kempisty* établit que l'intégrale approximative est équivalente à l'intégrale (A) de M. Denjoy ; de plus, toute fonction intégrable (A) en même temps que sa valeur absolue est sommable.

7. M. *Maurice Potron* complète une démonstration qu'il avait donnée antérieurement de la seconde partie du premier théorème fondamental de Lie.

8. Par approximations successives M. *Marcel Winants* résout une équation intégrale du type

$$P(t) = \sigma(t) + \lambda \sum_{i=1}^{3} \int_{0}^{\mu_i(t)} du \int_{0}^{\nu_i(t)} P[F_i(u, v)]\, dv$$

où P est la fonction inconnue.

Géométrie infinitésimale. 1. M. *S. Finikoff* recherche les congruences dont les deux nappes de la surface focale sont projectivement applicables l'une sur l'autre par points focaux correspondants ; il obtient des congruences à focales réglées ou minimales projectives ainsi que des congruences dont les transformées de Laplace sont des congruences de la même espèce.

2. M. *Marcel Vasseur* retrouve et complète un résultat de M. Eisenhart relatif aux congruences introduites par une transformation de Moutard effectuée sur une surface rapportée à un réseau conjugué à invariants tangentiels égaux.

3. M. *Long* indique des propriétés caractéristiques des surfaces W.

Cinématique appliquée. M. *F. E. Myard* forme une chaîne fermée, déformable au premier degré de liberté, à cinq couples rotoïdes ; l'étude de ce mécanisme lui fournit diverses conséquences algébriques ou géométriques, et notamment, le théorème de Villarceau sur le tore.

Astronomie. Interprétant les équations proposées par M. Levi-Cività pour le mouvement des points de masse variable, M. *Henri Mineur* les ramène aux équations clas-

siques moyennant l'adjonction d'une résistance de milieu. Puis il forme les termes séculaires des mouvements de *n* planètes dans le champ d'une masse variable, en tenant compte des perturbations mutuelles des planètes.

Mécanique des fluides. M. *Henri Poncin* détermine les mouvements les plus généraux d'un fluide incompressible contenu dans un cylindre et présentant une cavitation qui subsiste indéfiniment sans altération de forme. Le mouvement est défini par des propriétés cinématiques simples.

Elasticité. Dans sa théorie des semi-fluides à l'état d'équilibre-limite, Boussinesq a montré que le profil de la surface de rupture comporte, contrairement à l'ancienne théorie une partie curviligne. M. *Edouard Callandreau* indique une construction simple relative à la théorie nouvelle.

Relativité. Il résulte des recherches récentes de M. *J. Le Roux* qu'il est impossible de formuler une loi de gravitation pour un ensemble ne comprenant que deux points matériels ; dans ce cas, les seules lois qu'on puisse formuler sont celles qui traduisent le mode de variation de la distance. Il reste à démontrer qu'on peut formuler une loi de gravitation indépendante des repères lorsque le nombre des points matériels est supérieur à deux.

Physique mathématique. Etant donnée la force X, Y, Z, agissant sur un point matériel, M. *Z. Horak* lui associe une quantité U telle que $Xdx+Ydy+Zdz+Udu=0$; dans l'espace euclidien $(x,y,z,u,)$ ou Univers, le vecteur X,Y,Z,U représente une quadriforce qui définit la courbure de la ligne d'Univers du mobile. Ce résultat, que l'Auteur complète par un autre théorème, est indépendant du mode de repérage de l'Univers.

René Garnier.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

La propulsion électrique : alternatif ou continu. — Dans un article paru cette année dans la *Revue* (1), j'ai donné un aperçu succinct sur la question tout actuelle de la propulsion électrique des navires. A titre d'exemples, j'ai décrit deux types particulièrement caractéristiques d'installation : celle d'un paquebot turbo-électrique équipé d'alternateurs et celles d'un pétrolier, utilisant le courant continu et dont les dynamos sont actionnées par des moteurs Diesel. Il s'agissait là de bâtiments de tonnage relativement considérable; mais il faut bien considérer que l'emploi de l'électricité intéresse pareillement, et à un degré peut-être plus accentué encore, l'exploitation des petits navires, tels que les remorqueurs, bateaux-pompes, dragues, embarcations de service, etc. Dans tous les cas de ce genre, une installation électrique présente l'avantage décisif de permettre la réunion, sous la main du seul pilote, de tous les organes de manœuvre et de direction.

Bien que des résultats très satisfaisants aient été obtenus déjà et que la propulsion électrique soit dès à présent entrée dans la voie de la réalisation pratique, des questions de principe demeurent posées encore, qui concernent la conception même des installations à bord.

L'utilisation de l'électricité ne fait pas disparaître, nous le savons, la concurrence entre le Diesel et la turbine à vapeur. D'autre part, le problème du moteur est étroitement connexe de celui que pose le choix à exercer entre l'emploi du courant continu où celui de l'alternatif.

La diversité des solutions adoptées dans la pratique ne doit pas laisser perdre de vue cette considération fondamentale que l'énergie transmise au moteur de propulsion est nécessairement fournie, en définitive, par un moteur thermique (Diesel en turbine) développant, dans des conditions de régime un peu différentes, la même puissance motrice que si ce moteur conduisait directement lui-même le propulseur. Dans tous les systèmes de propulsion électrique considérés (sauf le cas très exceptionnel d'accumulateurs), la production originaire de la force motrice est donc assurée par un moteur thermique; l'électricité n'intervient que comme organe de transmission, interposé entre le moteur et l'hélice, ainsi que pourrait l'être un engrenage.

Cette comparaison offre précisément l'avantage de faciliter l'intelligence de la question, en permettant d'en ébaucher une vue un peu sommaire, mais exacte dans son principe.

Qu'il s'agisse de courant alternatif ou continu, la transmission électrique est assimilable à un engrenage réversible. Toutefois, il existe entre les deux cas cette différence essentielle, que l'installation à courant alternatif fonctionne comme un engrenage à rapport de vitesse fixe, tandis qu'avec le continu, le rapport des vitesses serait variable.

Cette différence a sa répercussion immédiate sur le régime de fonctionnement du moteur thermique. Dans une installation à courant alternatif, qui comprend alternateur et moteur synchône, tout changement d'allure du moteur électrique exige nécessairement un changement corrélatif de l'allure de l'alternateur et, par conséquent, du moteur thermique. En courant continu, le moteur qui conduit la dynamo peut fonctionner à vitesse uniforme et constante, quelle que soit l'allure du moteur électrique, condition évidemment favorable au rendement général de l'installation, et qui peut en fait compenser, au moins partiellement, l'infériorité normale de rendement des génératrices à courant continu par rapport aux alternateurs. D'autre part, le renversement de marche, qui entre nécessairement parmi les conditions de principe propres aux appareils marins, s'obtient pour l'alternatif en agissant sur le circuit principal de force, par coupure et croisement de phase. En continu, il suffit d'agir sur les circuits d'excitation, lesquels n'absorbent que 0,5 à 1 o/o de la puissanec totale.

Ces considérations, qui ne sont d'ailleurs par les seules, permettent d'apprécier les arguments qui doivent intervenir dans la discussion d'un projet.

Le courant alternatif, avec adoption de la turbine à vapeur comme moteur thermique, est la solution la mieux appropriée au cas d'une puissance élevée ou même moyenne, du moment que cette puissance est employée à peu près intégralement à la propulsion proprement dite. Il en sera ainsi pour les paquebots, développant des puissances qui dépassent l'ordre de 4 à 5.000 CV. et pour lesquels la fraction de la puissance totale appliquée à la conduite des appareils auxiliaires ne dépasse guère 8 à 10 o/o. Au surplus, la turbine s'impose plus particulièrement encore dans les cas de ce genre, du point de vue de la réduction des trépidations.

Dans de telles installations, on établit habituellement deux turbo-alternateurs, destinés à alimenter exclusivement les moteurs de propulsion. Le courant alternatif

(1) V. *Rev. Scientif.*, du 11 juillet 1931, p. 393.

permet de réaliser une machinerie plus légère et d'un rendement global plus élevé; il a d'ailleurs été adopté pour tous les paquebots construits jusqu'à ce jour.

Mais le courant continu présente à son tour de grands avantages dans tous les cas où la propulsion ne requiert pas une puissance motrice bien considérable et où les services auxiliaires absorbent une fraction relativement importante de la puissance totale; c'est le cas des pétroliers, frigorifiques et de certains cargos à destination spéciale pour lesquels la solution Diesel-électrique est, par ailleurs, la plus avantageuse. Si le navire est appelé à effectuer des manœuvres fréquentes, l'usage du continu se recommande encore plus nettement.

Alors que sur les paquebots turbo-électriques, les changements de vitesse sont obtenus en modifiant l'allure de la turbine qui conduit l'alternateur, les manœuvres (vitesse et puissance) s'effectueront, dans le cas du continu, sans qu'il soit nécessaire de changer le régime du moteur thermique, soit en agissant sur le voltage par la mise en série d'un nombre plus ou moins grand de génératrices, soit par action sur les circuits de champs. Les courants à contrôler ainsi étant très faciles, l'installation des postes de commande à distance se trouve grandement facilitée. J'en ai donné un exemple en décrivant la machinerie du pétrolier *Brunswick*.

Remarquons encore que si l'installation comporte, comme il est normal pour les cargos ou pétroliers, des groupes électrogènes en nombre supérieur à celui des arbres d'hélice, l'adoption du continu permet d'éliminer une grosse difficulté inhérente à l'emploi de l'alternatif : le maintien du synchronisme des moteurs. Cette considération explique que l'on ait adopté le continu dans la presque totalité des cas où le moteur thermique est constitué par un groupe de Diesel.

Ce n'est pas qu'un rendement intrinsèque satisfaisant ne puisse être obtenu, avec le continu, en installant des turbines à vitesse élevée et constante, actionnant les génératrices par l'intermédiaire d'un réducteur. Tel serait le cas d'un navire à deux hélices et à deux moteurs destiné aux longs voyages et ne devant effectuer qu'un minimum de manœuvres. En fait, sur 111 installations Diesel-électriques en service, il en existe 109 à courant continu. Sur les paquebots eux-mêmes, qui utilisent l'alternatif pour la propulsion, les auxiliaires sont le plus souvent alimentés en continu.

LOUIS BASSO.

Industrie

Le Basalte fondu (1) **et la Basaltine.** — Le basalte, très résistant à l'usure et à l'écrasement, se travaille difficilement, le Dr Rible imagina de le fondre pour obtenir des pièces moulées dévitrifiées par refroidissement lent. Dans les applications aux dallages et aux pavages, il suffit, d'ailleurs, de confectionner des agglomérés de morceaux de basalte naturel, convenablement choisis, pour avoir un excellent matériau. Il est intéressant de signaler ces deux moyens de tirer le meilleur parti d'une roche abondante en France.

LE BASALTE FONDU. — La fabrication comprend actuellement deux opérations :

1° Fonderie pour obtenir des pièces moulées en sable ou coquille;

2° Traitement thermique pour obtenir une structure cristalline avec un équilibre statique convenable.

On a dû vaincre les difficultés résultant de la mauvaise conductibilité thermique des silicates fondus et de la haute viscosité de ces produits à l'état amorphe vitreux hors d'équilibre.

La marche de la cristallisation n'a pu être définie complètement en raison de la complexité de la composition chimique. L'olivine $SiO^2{}_2(Mg,Fe)O$, le dernier constituant fondu, cristallise le premier au refroidissement.

L'aptitude à la cristallisation est maximum pour une certaine température à laquelle il faut effectuer le recuit de dévitrification.

Pour éviter les déformations au recuit, il faut faire en sorte que les pièces moulées présentent dans les parties massives, plus lentement refroidies, un commencement de cristallisation formant squelette rigide s'opposant à la déformation.

Dans le cas du basalte, ce rôle est dévolu à l'*olivine*. Le recuit est donc conditionné par la forme et les dimensions des pièces et l'aptitude à la cristallisation de la matière; cette dernière propriété peut être appréciée pratiquement sur une soulée donnée, par une éprouvette de coulée en forme de prisme triangulaire dont on examine la cassure, cette pièce étant coulée dans des conditions déterminées.

La variation, en fonction de la température, de la viscosité d'une part, et de l'aptitude à la cristallisation d'autre part, détermine toutes les conditions thermiques de la fabrication du basalte. Ces principales conditions thermiques sont :

1° La température de coulée et la durée s'écoulant entre le remplissage et le démoulage;

2° La température d'enfournement dans le four de recuit et la vitesse d'élévation de température de ce four;

3° La température maximum de recuit;

4° La durée de séjour à cette température;

5° La loi de refroidissement des pièces.

Les conditions de fabrication qui en découlent peuvent être facilement généralisées et appliquées à tous les verres basiques.

PROPRIÉTÉS DU BASALTE FONDU. — Par fusion du basalte, on obtient une matière plus homogène de structure que la roche initiale et dont, en outre, les propriétés peuvent être modifiées en agissant sur les conditions de fabrication. On peut également obtenir à volonté une surface rugueuse dévitrifiée par coulée en sable, ou une surface glacée vitreuse faisant corps avec la masse par coulée en coquille.

En plus de leurs excellentes propriétés mécaniques et chimiques, les pièces de basalte ont une grande résistance chimique aux agents atmosphériques, aux liqueurs alcalines et acides usuels, particulièrement à l'acide sulfurique; leurs qualités électriques : rigidité diélectrique élevée, surface glacée vitreuse, faible porosité, auto-obturation des percements en cas de surtensions sans rupture de la pièce, possibilité d'incorporer, de fonderie, des ferrures, ce qui supprime les scellements par le ciment pouvant se désagréger à l'usage, sont remarquables.

APPLICATIONS DES PIÈCES EN BASALTE FONDU. — Les applications découlent de la possibilité d'associer des propriétés isolantes et de résistance chimique à une résistance mécanique et aux chocs, de beaucoup supérieure à celle des matériaux similaires : verre, porcelaine, grès, ciments, etc.

(1) Communication de M. Portevin aux ingénieurs civils de France le 16 décembre 1927. Voir aussi, une note importante sur la *Basaltine*, aggloméré de basalte naturel, dans le t. III des *Matériaux des Constructions Civiles et des Travaux publics*. Gauthier-Villars, éditeurs.

Le basalte fondu convient au pavage et au dallage (1), il est également appliqué dans les industrie électrique et chimique et dans l'industrie électro-chimique.

Ce matériau nouveau présentant des propriétés précieuses est dû à une mise au point patiente de procédés de fabrication et à l'application des connaissances et procédés de contrôle scientifiques.

La Basaltine. — Au lieu de fondre le basalte, on peut se contenter, pour la fabrication de dalles et de pavés très résistants de constituer une pierre artificielle par agglomération de pierres cassées provenant de bonnes roches en basalte et d'un ciment d'excellente qualité, ce qui revient à constituer un béton.

On sait que la résistance d'un béton varie beaucoup avec les soins pris dans sa préparation, notamment avec la composition granulométrique des agrégats.

C'est en dosant d'une manière scientifique les différents calibres des morceaux de basalte constitutifs des dalles et pavés, que la Société du Basalte a obtenu des résistances à l'écrasement, à la flexion et à l'usure, qui ouvrent, à ce nouveau matériau une série de débouchés intéressants.

Edmond Marcotte.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 juillet 1931 (suite).

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem.* — **Sur une mutation de la Giroflée des murailles (*Cheiranthus Cheiri* L.) par avortement des étamines.**

Dans la descendance d'une Giroflée des murailles vivace, spontanée, mais soumise depuis trois générations à la culture bisannuelle est apparue une Giroflée strictement femelle par avortement des deux verticilles d'étamines. La descendance de cette plante est strictement femelle mais montre des degrés dans l'avortement des étamines et des pétales. L'un des descendants, apétale, donne des fruits énormes qui sont à peine trois fois plus longs que larges et chaque descendant offre des particularités individuelles qui en font une nouveauté.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *P. Serbescu.* — **Sur la toxicité de l'aluminium, comparée à celle du fer, du nickel et d'autres métaux.**

L'aluminium se range à côté du fer. Il est, par conséquent, beaucoup moins toxique que le nickel et le cuivre, employés comme lui dans la fabrication des ustensiles de cuisine.

— *Mlle D. van Stolk, J. Guilbert* et *H. Pénau* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Carotène et vitamine A.**

Les auteurs ont pu mettre en évidence l'absence de xanthophylle dans la carotte et la présence de plusieurs carotènes, différant par leurs propriétés physico-chimiques, mais tous doués d'une activité physiologique.

ALGOLOGIE. — *C. Sauvageau.* — **Sur le rôle de *Aglaozonia* d'origine parthénogénétique.**

La culture d'oosphères parthénogénétiques de *Cutleria monoica* a fourni des *Aglaozonia* de petite taille qui, après neuf mois de culture, ont émis, sur des points en apparence quelconques, des fils colorés qui furent l'origine de jeunes *Cutleria*. Le *Cutleria* étant haploïde par définition, l'*Aglaozonia* parthénogénétique et haploïde n'a pas eu à subir de régulation chromatique pour le fournir. Ce serait donc le premier exemple de développement complet avec le nombre haploïde de chromosomes.

On peut concevoir que deux sortes d'*Aglaozonia* doivent se rencontrer dans la nature. Les uns, diploïdés, plus ou moins vivaces, fournissent des sporanges. Les autres, haploïdes, ne fructifient pas, forment directement des *Cutleria* par prolifération de fils colorés.

GÉOLOGIE. — *Louis Glangeaud.* — **Sur la structure du massif primaire d'Alger.**

Le massif primaire d'Alger est formé de plis aigus déversés vers le Nord. L'écaille la plus typique de ce complexe est celle des gneiss de l'Agha.

— *J. Malavoy.* — **Géologie de la Mauritaine du Nord.**

Dans cette Note, l'auteur rectifie certaines inexactitudes et complète nos connaissances sur le Sahara occidental. Il indique que les grès, schistes et calcaires de l'Adrar sont en partie, peut-être en totalité ,antérieures au Dévonien supérieur. Outre le gypse et le soufre, l'auteur a trouvé en outre, dans les schistes et quartzites redressés d'Agjoujt des gisements de fer et de cuivre, peu intéressants vu leur situation en plein désert.

— *Y. Milon* et *M. Sire* (prés. par M. Cayeux). — **L'interdépendance des formations tertiaires et quaternaires dans les vallées de la Vilaine et de la Mayenne.**

Aux abords de la vallée de la Mayenne, comme dans celle de la Vilaine, la part des remblaiements tertiaires antérieurs doit être prépondérante, et les terrasses semblent être plutôt des terrasses de destruction et de remaniement que des terrasses d'édification. Les roches tertiaires remaniées ont parfois une origine toute locale, et ont pu être reprises sur place, ou transportées, au Tertiaire, suivant des directions très variées. Ces minéraux sont surtout des silicates de métamorphisme.

BOTANIQUE. — *H. J. Maresquelle* (prés. par M. L. Blaringhem). — **Action de *Bacterium tumefaciens* Smith et Townsend sur la régénération, dans la racine de *Taraxacum dens leonis* Desf.**

L'action de *B. tumefaciens* se ramène, dans le cas étudié, aux faits essentiels suivants : 1° effacement de la polarité : les phénomènes, de croissance deviennent analogues aux deux pôles; 2° arrêt des différenciations normales d'organes, compensé par la multiplication et l'hypertrophie d'ébauches demeurées à un stade de jeunesse.

Dans le cas présent, la production de la tumeur par *B. tumefaciens* se relie étroitement à des phénomènes de la croissance normale : c'est un développement exagéré du cal et surtout des tissus épidermisés formés par des méristèmes endogènes.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Pierre Gavaudan* et *Robert Cazalas* (prés. par M. P. A. Dangeard). — **Nouvelles observations sur la spermatogénèse des Characées. Nature de la bande granuleuse et apparition de carotène et de chlorophylle dans certains spermatocytes.**

Les auteurs ont rencontré un certain nombre d'anthérides de *Chara major* var. *hispida*, dont les spermatocytes absolument typiques par ailleurs renfermaient des plastes légèrement colorés en vert et un ou plusieurs bâtonnets ou sphérules carotiniens sécrétés par le plastidome. D'après leurs observations, on peut être conduit à comparer la bande granuleuse à l'acrosome du spermatozoïde animal.

(1) Pour ces applications on peut préférer la *basaltine*, aggloméré de basalte et de ciment.

ZOOLOGIE. — *Charles Pérez* (prés. par M. F. Mesnil). — **Organogénèse des bourgeons de remplacement chez les *Chlorogaster*, Rhizocéphales parasites des Pagures.**

L'ensemble des faits observés conduit à cette conclusion importante que l'hypothèse d'un morcellement polygerminal ne s'impose plus nécessairement. Il apparaît plus vraisemblable que la masse parasitaire issue de l'inoculation d'une Cypris unique reste elle-même indivise et donne naissance à un système radiculaire continu, feutré autour de l'intestin : souche vivace d'où bourgeonneront par poussées discontinues les groupes successifs de sacs externes. Le nombre des massues simultanées produites à chaque fois se manifeste comme obéissant au hasard.

HISTOPHYSIOLOGIE. — *A. Policard* (prés. par M. F. Mesnil). — **Recherches histochimiques sur les lésions initiales de la silicose pulmonaire expérimentale (plaques à silice).**

Les cellules qui constituent les plaques momifiées ne sont plus capables de se déplacer ni d'être éliminées hors du poumon par les voies lymphatiques; elles restent sur place, provoquant des réactions fibreuses dans le tissu pulmonaire environnant (genèse des nodules silicotiques). D'autre part, le cytoplasma dégénéré et riche en silice constitue, pour cette raison, un excellent milieu de culture pour le bacille tuberculeux, ce qui explique la liaison, constante dans la pratique, de la silicose et de la tuberculose.

PHYSIOLOGIE. — *Aloncle* (transm. par M. Charles Richet). — **Sur le synergisme de l'hormone hypophysaire et de l'hormone thymique.**

Chez la femme comme chez l'animal, l'addition de thymine à l'hypophysine, addition réalisée dans la thymophysine, supprime les effets tétanisants des doses moyennes d'hypophysine et prolonge l'activité motrice de celles-ci.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *A. Leulier, B. Pommé* et *R. Delaye* (prés. par M. H. Vincent). — **Sur la répartition du potassium dans le muscle sain ou pathologique.**

Le taux musculaire du potassium peut subir une diminution unilatérale importante dans certaines amytrophies d'origine tronculaire ou médullaire comme aussi dans les séquelles de ramollissement cérébral. On peut constater également un abaissement bilatéral dans certains syndromes neurologiques ou neuro-endocriniens. Par contre, les troubles de fonctionnement attribuables au virus encéphalitique ne paraissent entraîner aucune variation.

BIOLOGIE. — *E. Roubaud* (prés. par M. F. Mesnil). — **Fatigue évolutive cyclique et lignées infatigables chez la mouche verte commune *Lucilia sericata* Meig.**

Le cycle de fatigue n'est pas, chez *L. sericata*, fixé d'une manière régulière dans l'espèce. L'intensité, la durée de cette manifestation, le nombre des individus qui en sont affectés et son époque d'apparition dans les générations, varient suivant les lignées. La fatigue ne frappe pas au même degré tous les individus d'une même génération; un plus ou moins grand nombre lui échappent.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *E. Chatton* et *Mme M. Chatton* (prés. par M. F. Mesnil). — **La conjugaison du *Paramœcium caudatum* déterminée expérimentalement par modification de la flore bactérienne associée. Races dites conjugantes et non conjugantes.**

Deux au moins des conditions de la conjugaison mises en évidence pour le *Glaucoma scintillans* se retrouvent pour le *Paramœcium caudatum*. Ici encore, la crise culturale, c'est-à-dire l'épuisement de l'aliment, apparaît comme nécessaire.

La démonstration qu'une simple modification de la flore bactérienne associée à l'Infusoire suffit à induire ou à inhiber la conjugaison, rend de plus en plus vraisemblable l'hypothèse des auteurs suivant laquelle les races dites conjugantes et non conjugantes des Paramécies sont au moins, dans bien des cas, non des races au sens génétique du mot, mais seulement des complexes infusoires-bactéries, dans lesquels les bactéries sont responsables du comportement génésique de l'Infusoire.

MICROBIOLOGIE. — *A. Paillot* (prés. par M. P. Marchal). — **Sur la gattine du Ver à soie.**

La gattine du Ver à soie et la flacherie vraie sont des maladies contagieuses mixtes dont la cause première, commune aux deux affections, est un ultravirus analogue à celui de la grasserie et la cause seconde, une bactérie: *Streptococcus bombycis* dans le cas de la gattine, et *Bacillus bombycis*, dans celui de la flacherie vraie.

L'auteur montre qu'à l'air libre l'ultravirus ne semble pas conserver son pouvoir pathogène aussi longtemps qu'en suspension dans le liquide intestinal maintenu à l'abri de l'air. Il paraît donc que la suspension pendant un an de toute éducation dans les maisons où sévit ordinairement la gattine ou la flacherie vraie soit une mesure suffisante pour éviter le retour de toute épidémie.

P. Guérin.

Séance du 27 juillet 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Pasquier* (transm. par M. Goursat). — **Sur la recherche des équations $s = f(x, y, z, p, q)$ intégrables par la méthode de Darboux.**

ÉLASTICITÉ. — *Ed. Callandreau* (transm. par M. G. Kœnigs). **Sur les points conjugués de l'équation d'élasticité de M. de Fontviolant.**

HYDRODYNAMIQUE. — *A. Rosenblatt.* — **Sur la stabilité des mouvements laminaires des liquides visqueux incompressibles.**

HYDRAULIQUE. — *C. Camichel, C. Crescent* et *L. Escande.* — **Contribution à l'étude des évacuateurs de crue à galerie souterraine.**

ASTRONOMIE. — *H. Mineur* (prés. par M. E. Esclangon). — **Une méthode nouvelle pour l'étude de la rotation galactique.**

— *P. Guintini* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur le mouvement de rotation d'ensemble des étoiles du type B.**

ACOUSTIQUE (prés. par M. J. Perrin). — **Absorption des ondes ultra-sonores par l'eau.**

— *P. Bizos* et *Tarlé* (prés. par M. G. Ferrié). — **Unification de tous les formats d'instruments à cordes.**

Pour obtenir des instruments dont le timbre se rapproche le plus possible de celui des instruments classiques, les auteurs ont été conduits à faire subir diverses modifications aux violons et aux appareils électromagnétiques usuels. En outre, ils ont pu monter, à la suite des quatre instruments de timbre différent, un seul amplificateur et un seul haut-parleur et d'utiliser indifféremment soit un, deux, trois ou quatre instruments, chacun de ceux-ci ayant son coefficient d'amplification propre réglable au moyen d'un rhéostat individuel. Ces résultats sont applicables à tous les instruments à cordes et mêmes à tous les instruments dont il est possible de capter mécaniquement les vibrations.

RADIOÉLECTRICITÉ. — *R. Guyot* (transm. par M. G. Ferrié). — **Réflexion sur les ondes électromagnétfques très courtes sur l'eau salée.**

L'auteur, à la demande du Service des Recherches de l'Aéronautique a étudié la réflexion sur l'eau pure et sur l'eau salée de ces ondes et a cherché à déterminer comment le facteur de réflexion dépend de la conductibliité de la solution saline utilisée. Les résultats sont indiqués dans un tableau.

SPECTROSCOPIE. — *Léon Bloch, Eugène Bloch* et *P. Lacoute.* — **Multiplets dans le spectre d'étincelle du brome.**

En 1928, MM. L. et E. Bloch avaient reconnu dans Br II un certain nombre de multiples fondamentaux, mais leur identification ne pouvait être considérée comme définitive en l'absence d'effets Zeeman. Les auteurs ont comblé cette lacune en appliquant au cas du Br la méthode d'étude du phénomène de Zeeman (*C. R.*, 192, 1931, p. 1717). Les résultats obtenus leur ont permis de contrôler un certain nombre de présomptions qu'ils avaient faites précédemment et, aussi, de rejeter comme incorrectes les tentatives de classification proposées par ailleurs.

ÉLECTROCHIMIE. — *C. Marie* et *N. Thon* (prés. par M. G. Urbain). — **La mesure des tensions des dépôts électrolytiques de métaux.**

— *Ch. Liagre* (prés. par M. Rey). — **Sur la théorie de l'accumulateur au plomb.**

Les expériences ont porté sur la théroie de l'accumulateur au plomb dite de la double sulfatation. Elles ont prouvé : 1° que la matière active positive ne diffère pas chimiquement du bioxyde de plomb PbO^2 préparé en dehors de l'accumulateur; 2° que la positive comme la négative se sulfate et se désulfate conformément à la loi de Faraday.

CHIMIE PHYSIQUE. — *R. Lespiau, M. Bourguel* et *R. L. Wakeman* (prés. par M. Matignon). — **Effet Raman et chimie. La sensibilité de l'analyse spectrale organique.**

L'analyse par l'effet Raman perfectionné par l'emploi du microphotomètre Chalonge et Lambert a permis aux auteurs 1° de déceler une quantité très faible de carbure 2 ou 3 éthylénique; 2° d'estimer la teneur en carbure parasite voisine de 1,3 p. 100, car les intensités de 1642 et 1665 sont à peu près égales. et il n'y a pas de raison jusqu'ici pour penser que l'intensité absolue de la fréquence éthylénique dépende de sa place (liaisons conjuguées exceptées).

CHIMIE GÉNÉRALE. — *M. Prettre.* — **Sur l'inflammation des mélanges d'aldéhyde éthylique et d'air.**

Avec tout mélange d'air et d'aldéhyde éthylique, on observe la double inflammation signalée déjà par l'auteur pour les mélanges air-hydrocarbure saturé à excès de carbure. La luminosité apparaît dans le premier cas à une température légèrement plus basse que dans le second. La première inflammation a lieu sensiblement dans le même intervalle de température. Cette première inflammation est empêchée par un antidétonant dont l'action semble cependant moins énergique que sur l'oxydaiton des carbures, puisqu'il ne peut élever la température d'apparition de la luminosité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ch. Dufraisse* et *M. Badoche* (transm. par M. Delépine). — **Recherches sur les oxydes organiques dissociables. Hydrocarbure formé par enlèvement d'un phényle au rubrène.**

Les auteurs ont réussi à enlever un phynyle à la molécule du rubrène ($C^{42}H^{28}$), sans en modifier le squelette fondamental, de sorte que, malgré cette amputation, l'hydrocarbure obtenu, $C^{36}H^{24}$, appartient encore à la famille du rubrène.

L. Francheт.

GÉOLOGIE. — *Paul Fallot* (prés. par M. Charles Jacob). — **Sur la géologie des environs de Xauen (Rif espagnol).**

Un séjour de l'auteur à Xauen lui a permis de constater que des plis couchés existent, avec plus d'extension qu'il ne l'avait supposé, non seulement au Sud, mais aussi au Nord de la cluse de l'O. Lau.

ZOOLOGIE. — *Jean Risbec* (prés. par M. Joubin). — **Un Pentatome parasite de la Chenille épineuse du Cotonnier (*Earias huegeli*).**

Cette Punaise détruit au moins 50 chenilles au cours de son existence. Elle les recherche surtout lorsqu'elles ont commencé à tisser leur cocon. Elle perce alors ce cocon et tue la Chenille.

L'auteur n'a pu déterminer en Nouvelle-Calédonie la Punaise dont il est question, mais il en donne, dans cette Note, une description ainsi que des indications sur son évolution.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *Georges Bourguignon* (prés. par M. d'Arsonval). — **Relations de la chronaxie vestibulaire avec l'émotivité, à l'état normal et dans le pseudo-mongolisme et la démence précoce.**

La chronaxie vestibulaire varie avec le degré d'émotivité, tant à l'état normal que dans les troubles mentaux (pseudo-mongoliens et déments précoces).

Chez un même sujet, la chronaxie vestibulaire varie avec l'état émotif du moment. Ce fait, non encore mis en évidence chez les sujets normaux, est très net chez les déments précoces.

La chronaxie vestibulaire constitue donc bien une caractéristique de l'individu et même de son état émotif du moment.

PARASITOLOGIE. — *E. Brumpt* (prés. par M. Ch. Achard). — **Prurit et dermatites produits chez les nageurs par des cercaires de mollusques d'eau douce.**

Il résulte de plusieurs expériences sur les animaux et sur l'homme que la présence de certains mollusques dans l'eau des piscines ou de collections d'eau diverses, peut être la cause de dermatites provoquées par la pénétration des cercaires qu'ils émettent à certaines époques de l'année.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Blanchetière* (prés. par M. A. Desgrez). — **Action de la pepsine sur les solutions d'acides monoaminés, isolés ou en mélange.**

Les diacipipérazines présentes dans les produits d'hydrolyse fermentaire des matières albuminoïdes proviennent en partie au moins, de la rétrogradation. La méthode des carbaminés donne des résultats plus forts que la méthode de Sörensen.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Georges Blanc* et *J. Caminopétros* (prés. par M. Roux). — **Recherches expérimentales sur la sensibilité au virus de la fièvre exanthématique des animaux domestiques porteurs de *Rhipicephalus sanguinens*.**

Les animaux en contact habituel avec l'homme et porteurs normaux de *Rhip. sanguineus* ne sont pas sensibles au virus de la fièvre exanthématique.

Le fait que le virus de la fièvre exanthématique est transmis héréditairement par le *Rhip. sanguineus* à sa descendance permet de concevoir, au point dans la région méditerranéenne, la fièvre exanthématique comme

une infection de la tique du chien, se conservant de tiques en tiques, sans l'intermédiaire d'un animal domestique réservoir de virus.

— *Marcel Labbé, Maurice Villaret, L. Justin-Besançon, Mlle D. Kohler, Mme Schiff-Wertheimer* et *P. Soulié* (prés. par M. Ch. Achard). — **Recherches préliminaires sur certaines protrusions du globe oculaire, en particulier sur l'exophtalmie basedowienne.**

Parmi les nombreuses expériences relatées dans cette Note, les unes établissent le rôle adjuvant de la thyroxine dans la production de l'exophtalmie par excitation du sympathique. Les autres montrent que l'injection intraveineuse de 1 à 2 mgr. par kilogramme de chlorhydrate d'yohimbine (dont Raymond-Hamet a montré les curieuses propriétés paralysantes pour certaines fibres sympathiques) fait rapidement régresser l'exophtalmine obtenue dans toutes les expériences.

P. Guérin.

Séance du 3 août 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Pfeiffer* (transm. par M. E. Cartan). — **Sur la relation réciproque entre deux systèmes en involution d'équations linéaires.**

ÉLECTRONIQUE. — *J. Placinteanu.* — **Sur la vibration propre des gaz ionisés.**

MÉTÉORITES. — *A. Lacroix.* — **Les tectites des Philippines.**

Ces tectites ont été recueillis près de Rosario, à une vingtaine de kilomètres du volcan Taal, province de Batangas, dans le Sud de l'île Manille. Leur étude montre la grande analogie de toutes les tectites de la vaste région de l'Insulinde et de ses annexes. La plus grande variation porte sur la chaux; c'est elle qui entraîne des variations correspondantes dans la teneur de l'alumine libre et de l'anorthite calculées.

OPTIQUE. — *A. Cotton.* — **Prismes polariseurs à champ normal fondés sur la réflexion cristalline interne.**

Cette Note est consacrée à l'étude de prismes taillés les uns dans du spath, les autres dans du quartz, qui polarisent un faisceau de lumière en le faisant tourner d'un angle droit. Ces prismes taillés dans un cristal uniaxe ont la forme d'un prisme dont la section droite est un triangle isoscèle A B C rectangle en B. L'une des faces A B est normale à l'axe optique, l'autre B C est parallèle à cet axe. C'est la face normale à l'axe qui doit recevoir le faisceau incident lorsque l'appareil sert de polarisateur. Si le prisme devait servir d'analyseur il faudrait, au contraire, tourner la face A B du côté de l'œil de l'observateur.

— *J. Cabannes* et *E. Canals* (transm. par M. Ch. Fabry). — **L'effet Raman dans un cristal de nitrate de sodium.**

Les radiations provenant des oscillations internes sont à peu près complètement polarisées, mais non pas suivant la même direction. A la fréquence inactive et à la fréquence de combinaison correspond une vibration lumineuse perpendiculaire au plan de deux rayons, incident et diffusé ($\rho = o$), tandis que les fréquences actives donnent une raie à polarisation anormale, pour laquelle l'intensité i de la vibration parallèle au rayon incident est beaucoup plus forte que l'intensité I de la vibration perpendiculaire aux deux rayons. C'est ce qui avait été obtenu également avec la calcite.

STROBOSCOPIE. — *A. Blondel.* — **Quelques formes nouvelles de la méthode d'enregistrement et d'observation des écarts angulaires des machines à explosions.**

La méthode stroboscopique d'étude des oscillations de vitesse et des vibrations des arbres par disque tournant et étincelles synchronisées, réalisée précédemment par l'auteur, se prête à des applications plus faciles, grâce à l'emploi d'une lampe réceptrice de radiovision excitée soit par un éclateur tournant, soit par un disque tournant devant une lampe photo-électrique.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *R. Audubert* et *J. Roulleau* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le rôle des phénomènes de photoconductance dans l'effet photovoltaïque.**

Le phénomène de photo-conductance ne peut être considéré comme le facteur essentiel des effets photovoltaïques; s'il intervient, et l'on ne peut le supposer que pour quelques-unes des substances photo-sensibles, il doit être considéré comme un phénomène secondaire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *G. Darzens* et *A. Lévy* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur la bromuration directe du métacrésol.**

En traitant une solution acétique de métacrésol par une solution acétique de brome, on obtient dans les conditions exposées par les auteurs, un corps qui, à l'analyse donne une teneur en brome répondant à un dérivé monobromé, cristallisant bien en longues aiguilles feutrées lorsqu'on précipite sa solution benzénique por l'éther de pétrole où il est très peu soluble à froid; il est très soluble dans l'alcool, l'acide acétique et l'éther; son odeur rappelle celle de l'iodoforme.

L. Franchet.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Charles Achard, Augustin Boutaric* et *Maurice Doladilhe.* — **Sur les propriétés physiques du sérum sanguin et des protéines séparées de ce sérum par la méthode à l'acétone chez l'homme et chez quelques animaux à l'état normal.**

Les suspensions colloïdales constituées en diluant dans un égal volume d'eau les protéines séparées d'un sérum, possèdent une densité optique et une viscosité pratiquement identiques à celles que fournit le sérum brut. Il paraît légitime d'admettre que les protéines séparées du sérum par la méthode à l'acétone ne sont pas altérées, et cela d'autant moins qu'on opère leur isolement à plus basse température.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Gabriel Bertrand* et *P. de Berredo Carneiro.* — **Le principe actif du guarana.**

La pâte desséchée des graines de *Paullinia cupana* H. B. et K. (Sapindacées) connue sous le nom de guarana, est employée depuis des temps immémoriaux dans les régions équatoriales de l'Amérique du Sud en raison de ses propriétés stimulantes et toniques. Au moment de s'en servir, on râpe un peu de cette drogue, devenue très dure, et on absorbe la poudre avec de l'eau. L'usage du guarana s'est beaucoup développé et sa fabrication est devenue depuis peu industrielle au Brésil.

Les auteurs montrent qu'il n'existe, dans la pâte de guarana, que de la caféine.

GÉOLOGIE. — *A. Bigot* et *J. Dubois.* — **Sur la présence de l'Ordovicien dans l'Anti-Atlas marocain.**

La présence, à la base de schistes et quartzites alternants du Djebel Tachilla, du Trilobite *Acidaspis Buchi* Barrande, établit l'existence de l'Ardovicien dans l'Anti-Atlas marocain et remet enquestion l'âge des grès du Tazeroualt, classés dans l'Algonkien, ainsi que les rapports de ces formations gréseuses avec le Cambrien à *Archæocyathus* et à *Conocoryphe*.

La présence de *Placoparia* cf. *Zippei* Barrande dans les schistes de Tagoditch du bord du Haut-Atlas, rapprochée de celle de l'*Acidaspis* Buchi dans l'Anti-Atlas, fait prévoir que la faune ordovicienne du Maroc prolongeait celle de la Péninsule Ibérique et du Massif armoricain.

ENTOMOLOGIE. — *P. Vayssière* (prés. par M. P. Marchal). **Quelques observations sur les Acridiens migrateurs.**

L'auteur insiste sur l'existence du Criquet pélerin dans la zone équatoriale et l'on ne peut considérer le 12° de latitude Nord comme la limite méridionale de cette espèce.

La présence simultanée, dans les mêmes régions, de *S. gregaria* et de *L. migratorioides*, a permis depuis deux ans de constater sur un grand nombre de points du continent africain la formation d'essaims mixtes, souvent très compacts, dans lesquels en général, tantôt l'une, tantôt l'autre espèce domine; parfois elles sont, toutes deux, sensiblement dans les mêmes proportions.

Des Criquets pélerins paraissant présenter les mêmes caractères anatomiques et récoltés dans une même bande migratrice au dernier stade larvaire ont pu, mis dans les mêmes conditions, donner des adultes de caractères morphologiques nettement différents.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Louis Bounoure* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Sur la nature golgienne d'un élément cytoplasmique caractéristique du germen dans les premiers stades du développement de la Grenouille.**

La particularité cytologique des gonocytes de la Grenouille, ce n'est point la présence d'un appareil de Golgi comportant des éléments morphologiques, mais plutôt d'une *substance golgienne*, de nature lipoïdique, distincte du chondriome, et formant de petites enclaves, taches ou zones homogènes, dont la position intracellulaire varie avec l'évolution des éléments germinaux.

BIOLOGIE. — *A. Paillot* (prés. par M. P. Marchal). — **Parasitisme et symbiose chez les Aphides.**

En général, le parasitisme bactérien ne détermine pas de lésions cellulaires ou tissulaires susceptibles de troubler le fonctionnement normal des organes. Les bactéries parasites, des Aphides sont caractérisées par leur extrême fragilité; elles se colorent généralement mal, ne cultivent pas sur les milieux ordinaires employés en bactériologie et sont incapables d'infecter d'autres Invertébrés.

La transmission héréditaire des bactéries est de règle chez les Aphides alors qu'elle ne se produit qu'exceptionnellement chez la plupart des insectes.

MICROBIOLOGIE. — *E. Landauer* (prés. par M. Roux. — **Etude du milieu dans lequel se cultive le Spirochète des Poules.**

L'auteur montre qu'il faut, pour l'isolement et les premières cultures, en revenir au milieu proposé par Galloway, modifié par Marchoux et Chorine. Mais, à partir du dixième passage, il a pu simplifier ce milieu sans diminuer la vitalité des germes. Une dilution de blanc d'œuf dans l'eau physiologique à 9 pour 100 renferme une substance nuisible qui disparaît par chauffage à 80° pendant une demi-heure. Le produit de centrifugation permet la multiplication des germes.

Le Spirochète de la Poule reste totalement virulent dans les cultures et, au 37e passage, tue la Poule en 5 jours.

BACTÉRIOLOGIE. — *G. Delamare* et *C. Gatti* (prés. par M. H. Vincent). — **Sur quelques caractères de *Trigidum*.**

Les auteurs ont eu l'occasion d'observer, dans le pus d'une pleurésie fétide à fusospirochètes de l'interlobe gauche, un tréponème spécial qui leur paraît mériter d'être individualité sous le nom de *T. rigidum*, et dont ils indiquent les caractères.

L'inoculation du pus pleural contenant ce germe est demeurée négative (inoculation dans la plèvre du singe et du cobaye, dans le testicule du lapin).

P. Guérin.

Séance du 10 août 1931.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *D. Belorizky* (transm. par M. E. Esclangon). — **Sur la convergence des séries dans la solution du problème des trois corps donnée par M. Sundman.**

MÉTÉORITES. — *A. Lacroix.* — **Sur la chute récente (27 juin 1931) d'une météorite asidérite dans l'Extrême Sud tunisien.**

Cette météorite tombée à Tatouine est à rapporter au type *diogénite* de Tschermak connu jusqu'ici par quatre chutes seulement. Elle ne renferme que de l'hypersthène et se distingue des autres diogénites par son grain et sa structure. C'est une roche pegmatoïde à éléments dont la grosseur dépasse tout ce qui est connu dans les aérolithes : certains de ses cristaux élémentaires atteignent, en effet, 3 cm.

ACOUSTIQUE. — *R. de la Boulaye* et *G. Balme* (transm. par M. Brillouin). — **Sur la vitesse de propagation des sons musicaux.**

La vitesse des sons musicaux dans la conduite dépend de la fréquence et croît à mesure que la hauteur du son s'élève; cette vitesse, à l'air libre, est constante et égale à 343 m. 34 dans les conditions de l'expérience.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *P. Auger* et *C. Lapicque* (prés. par M. J. Perrin). — **Variation dans le spectre de la sensibilité des cellules au protoxyde de cuivre.**

L'étude a porté sur des cellules constituées par une plaque de cuivre recouverte d'une couche de Cu^2O, recouverte elle-même d'une pellicule métallique transparente obtenue par pulvérisation cathodique. On observe que la sensibilité, déjà notable dans le violet extrême, croît rapidement jusqu'à un maximum situé vers 5.000 Å, puis, tombe à une valeur très faible, de l'ordre du millième du maximum, qu'elle conserve jusqu'au de là de 8.500 Å.

Les courbes obtenues avec des cellules à pellicule d'or ou d'argent ne sont pas identiques. Les maxima sont décalés de 250 Å environ, soit 4.750 Å pour l'argent et 5.000 Å pour l'or. De plus, les cellules à l'or sont relativement moins sensibles dans la partie violette du spectre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *G. Darzens* et *A. Lévy* (prés. par. M. Béhal). — **Constitution de l'éther Méthylique du butylmétacrésol et de son dérivé dinitré; le musc ambrette.**

Partant du dérivé parabromé de l'éther méthylique du métacrésol décrit précédemment (*C. R.*, 193, 1931, p. 292), les auteurs ont préparé un corps qui s'est montré identique au générateur du musc ambrette. Après cristallisation, il fond à 23°4, donne par nitration le musc ambrette fondant à 85° et par acétylation le dérivé acétylé fondant à 91°.

L. Francuet.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Charles Achard, Augustin Boutaric* et *Arthur Arcand.* — **Sur les propriétés physiques et protéines du sérum et des sérosités hydropiques dans la néphrose lipoïdique.**

On peut constater dans la néphrose lipoïdique que les granules colloïdaux du sérum ont perdu la faculté de s'hydrater par le chauffage, de même que ceux des sérosités hydropiques. Cette même anomalie se retrouve pour les protéines séparées de ce sérum et de ces sérosités.

Il y a donc dans cette affection non seulement des modifications quantitatives des divers protéines, mais encore des modifications dans les propriétés physiques de ces protéines.

Il ne s'ensuit pas nécessairement que ce caractère soit constant dans la néphrose lipoïdique ni qu'il appartienne exclusivement à cette affection.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Jean Roche* et *Albert Bendrihem* (prés. par M. A. Desgrez). — **Combinaison de la globine avec des hématines d'origines diverses.**

L'hématine, ou plus exactement des corps donnant naissance sous l'action des acides au groupement prosthétique du pigment sanguin, existent dans la nature chez des animaux dont l'hémoglobine n'est pas le pigment respiratoire, comme l'escargot, et dans les cellules végétales dépourvues de chlorophylle, comme les levures.

L'universalité de sa répartition ne doit pas être sans relation avec le rôle important des combinaisons tétrapyrroliques du fer dans les oxydations cellulaires.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *F. Rathery, Mlle S. Gibert* et *Y. Laurent* (prés. par M A. Desgrez). — **Le glycogène du foie et du muscle chez le chien néphrectomisé.**

La suppression de la sécrétion rénale par néphrectomie double ne modifie que peu la glycémie; par contre, elle abaisse le plus souvent considérablement le glycogène hépatique et musculaire; l'injection de phlorizine à ces animaux ne modifie par les réactions indiquées.

P. GUÉRIN.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. J. Effrent, Correspondant pour la Section d'Economie rurale vient de mourir.

Académie de Médecine. — L'Académie est autorisée à accepter :

1° Un legs de 300.000 francs qui lui a été consenti par M. Isaac Léon Ricaux et devant constituer deux titres d'égales valeurs. Les arrérages de ces rentes seront destinés à fonder deux prix annuels que l'Académie décernera à son gré à des savants français ou étrangers pour récompenser les travaux qu'ils auront faits en vue d'arriver à la guérison du diabète et de la tuberculose.

2° Une donation qui lui a été consentie par Mme H.-F. Girou de Buzareingues, veuve de M. J.-E. Péan d'une somme de 100.000 fr., pour les arrérages en être affectés à la création d'un prix ou d'une bourse de voyage qui sera attribué, tous les quatre ans, à un étudiant en médecine français, méritant, sans fortune ou peu fortuné, se destinant à la chirurgie, pour l'aider à poursuivre ses études chirurgicales.

Ce prix portera le nom de « Fondation Jules-Emile Péan ».

Association d'études sexologiques. — Cette association vient d'être créée sur l'initiative du Dr Toulouse. M. Justin Godart, ancien Ministre de l'Hygiène en est le promoteur.

Vie scientifique et universitaire

Facultés des Sciences. — *Licence ès-sciences.* — Le *Journal Officiel* vient de publier le décret suivant :

Art. 1er. — Le certificat d'admission au concours de l'Ecole Normale supérieure et des bourses de licence (section des sciences, groupes I et II) de l'Ecole Polytechnique, de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, de l'Ecole Nationale supérieure des Mines de Paris, de l'Ecole Nationale supérieure des Mines de Saint-Etienne, de l'Ecole supérieure de la Métallurgie et des Industries minières de l'Université de Nancy et de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées est tenu pour équivalent du certificat d'études supérieures de mathématiques générales en vue de l'obtention du grade de licencié ès-sciences.

Art. 2. — Le certificat d'admission au concours de l'Ecole Normale supérieure et des bourses de licence (section des sciences, groupe III) est tenu pour équivalent du certificat d'études supérieures portant sur la physique, la chimie et l'histoire naturelle (S. P. C. N.) en vue de l'obtention du grade de licencié ès-sciences.

Art. 3. — Sont abrogées toutes dispositions contraires à celles du présent décret, et notamment celle des articles 1er et 2 du décret du 9 janvier 1917, modifié par les décrets des 10 mars et 17 août 1928, sous réserve, en ce qui concerne l'agrégation, des mesures transitoires prévues par le décret du 16 septembre 1928 et par l'arrêté du 15 septembre 1928.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Théodore Vautier vient de léguer une somme de 700.000 francs dont les arrérages seront affectés à des recherches expérimentales dans les laboratoires de la Faculté des Sciences ou leurs annexes. Ce legs prendra le nom de « Fondation Emile et Théodore Vautier ».

— *Institut de Physique du Globe.* — Une donation de 22.000 francs et de diverses valeurs mobilières vient d'être faite à cet Institut. Les revenus serviront à la création d'un prix dit « Prix Rovel » à attribuer, sous réserve qu'il soit de nationalité française, à l'auteur le plus méritant pouvant faire progresser la météorologie.

— M. Dufour, Professeur sans chaire est nommé Professeur titulaire à titre personnel (emploi nouveau).

— *Faculté de Médecine.* — MM. Ménétrier, Sebileau et Vaquez sont nommés Professeurs honoraires.

Institut national agronomique. — Des concours sont ouverts, pour la nomination à cet Etablissement :

a) D'un professeur chargé de la chaire de machines agricoles le jeudi 8 octobre 1931;

b) D'un répétiteur de biologie végétale : le mardi 13 octobre 1931;

c) D'un préparateur d'analyses chimiques : le vendredi 23 octobre 1931;

d) D'un répétiteur d'économie rurale : le mercredi 4 novembre 1931;

e) D'un répétiteur d'économie forestière : le vendredi 6 novembre 1931.

Les programmes et les conditions de ces concours seront envoyés sur demande adressée au Ministère de l'Agriculture (Direction de l'Agriculture, 1er bureau, 78, rue de Varenne, Paris (7e).

Université de Lyon. — *Faculté de Médecine et de Pharmacie.* — M. Manceau, Agrégé, est nommé Professeur de Matière médicale et Botanique, en remplacement de M. Bretin, décédé.

M. Leriche, Professeur de clinique chirurgicale à la Faculté de Médecine de Strasbourg, est nommé Professeur de Pathologie externe en remplacement de M. Vallas, admis à la retraite.

Université de Dijon. — *Faculté des Sciences.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Simon, Maître de Conférences.

Université de Caen. — *Faculté des Sciences.* — M. Choux, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Rennes est nommé Professeur de Botanique.

Université de Montpellier. — *Faculté des Sciences.* — Le Doyen est autorisé à accepter la donation faite par M. J. Coulouma d'un titre de rente de 200 francs pour ledit intérêt être affecté à la création d'un prix dénommé « Prix Elie Coulouma », à attribuer annuellement à l'étudiant de ladite Faculté qui, sous réserve d'y avoir accompli toute sa scolarité aura obtenu dans les meilleures conditions le diplôme d'Ingénieur Chimiste.

— *Faculté de Pharmacie.* — Une donation de même valeur est faite dans les mêmes conditions que la précédente a été également consentie à cette Faculté par M. J. Coulouma.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Microscopie pratique, par G. Deflandre, Docteur de l'Université de Paris. Un vol. 12×16 relié de l'Encyclopédie pratique du Naturaliste (tome XXV), 373 pages avec 20 planches en couleurs et 115 planches en noir (1.800 figures). Paul Lechevalier, Paris. — Prix : 50 fr.

Le microscope est un instrument d'usage courant dans les laboratoires de tous ordres, mais, alors qu'en Angleterre, aux Etats-Unis et en Allemagne, les amateurs de microscopie sont très nombreux, il est loin d'en être de même en France. Cela tient, sans doute, que parmi les innombrables naturalistes-amateurs de notre pays, il y en a beaucoup qui s'exagèrent les difficultés que présente, pour les non-initiés, l'emploi du microscope ou qui sont mal renseignés sur les multiples applications de cet instrument.

Cet état de choses résulte en partie de ce que les ouvrages français de technique microscopique — et il en est d'excellents, tel celui de Langeron — sont destinés surtout aux étudiants ou aux techniciens des laboratoires et de ce que les amateurs ne disposaient pas de manuels élémentaires capables de les guider dans le choix d'un microscope, de leur apprendre à s'en servir et à en tirer tout le parti possible. Il y avait là une lacune évidente de notre littérature scientifique et il est très heureux que M. Deflandre et un éditeur, M. Paul Lechevalier, aient eu l'excellente idée de la combler.

Ce nouveau volume de l'*Encyclopédie pratique du naturaliste*, remarquablement bien illustré, contribuera certainement à accroître de beaucoup le nombre des amateurs de microscopie. On y trouve, en effet, dans une première partie qui comporte 108 pages, la description et l'emploi du microscope, ainsi que toutes les indications nécessaires pour arriver rapidement à réaliser de bonnes préparations de tous les objets susceptibles d'être utilement étudiés à l'aide de cet instrument. Cette première partie constitue en quelque sorte une introduction à l'usage des ouvrages plus complets et, à ce titre, sa lecture sera très profitable à tous les jeunes gens qui abordent les études scientifiques, médicales ou agricoles.

Tout le reste du volume constitue un exposé résumé des principales applications du microscope. Les domaines scientifiques les plus divers y sont passés en revue, toutefois l'auteur, avec raison, a réduit ce qui concerne les sciences médicales pour donner un grand développement à l'étude de la flore et de la faune des eaux douces ou marines. Pour chaque groupe d'applications, on y trouve non seulement de belles planches en couleurs, de nombreuses et excellentes figures en noir, mais aussi quelques généralités théoriques, les particularités techniques, des indications sur la récolte et la conservation des échantillons et enfin des renseignements bibliographiques sur les ouvrages traitant spécialement du sujet considéré. Il y a dans ses 250 pages un nombre considérable de figures qu'on aurait grand peine à retrouver dans des revues, des mémoires ou des livres rares et pour cette raison ce ne seront pas les seuls étudiants et amateurs de microscopie qui le consulteront avec profit. Bien souvent les zoologistes, les cryptogamistes, les prohistologistes et les spécialistes de la biologie hydrologique tireront parti des innombrables dessins que M. Deflandre a eu l'excellente idée d'y rassembler.

A. B.

Introduction à la Biologie expérimentale. Les Etres organisés. Activités, Instincts, Structures, par Paul Vignon, Professeur à l'Institut Catholique de Paris. Préface par le Professeur Bouvier. (T. VIII de l'*Encyclopédie Biologique*). In-18° de 751 pages, 30 figures, 21 pl. en noir et 3 pl. en couleur. Paul Lechevalier, éditeur, Paris. — Prix : 210 francs.

L'important ouvrage que M. Paul Vignon vient de publier n'a rien d'un Traité de Biologie, c'est bien une Introduction, c'est-à-dire un livre qui nous fait entrevoir toute l'immensité des problèmes de la Vie. Nous savions déjà que l'auteur était un observateur sagace : ses travaux antérieurs sur le mimétisme nous l'avaient fait connaître, et cette question si captivante avait été traitée, par lui-même, dans cette *Revue*. M. Vignon nous montre aujourd'hui sa parfaite connaissance de la « science des activités vivantes ». Ses descriptions si claires, exposées dans un style élégant qui n'a rien de l'aridité que redoute toujours un peu le lecteur, encadrent, de captivante façon, les nombreuses et belles illustrations qui augmentent l'attrait de cet ouvrage. Le lecteur le lira avec délices, non seulement par les aperçus nouveau qui lui sont ouverts sur les mystères de la Vie, mais aussi pour la haute portée philosophique qui s'en dégage.

M. le Professeur Bouvier présente l'ouvrage au public dans une très intéressante préface de son côté, M. le Professeur Portier a bien voulu accepter de le présenter aujourd'hui, aux lecteurs de la *Revue Scientifique*, ce dont nous le remercions vivement. (Voir plus haut, page 513).

Recherches sur les Sauterelles-Feuilles de l'Amérique tropicale, par M. Paul Vignon, Docteur ès-sciences. In-4° de 186 pages, 95 figures dans le texte et hors texte, 1 planche en couleur et 12 planches en noir (Archives du Museum d'Histoire naturelle, 6° série, tome V, p. 59). Masson, éditeur, Paris.

A peine l'Introduction à la Biologie était-elle parue, que M. Paul Vignon publiait dans les Archives du Muséum son beau Mémoire sur les Sauterelles-feuilles de l'Amérique tropicale, c'est-à-dire, celles dont l'élytre est « peint de façon raffinée, taché, rongé, échancré même, comme si des champignons ou des insectes l'avaient attaqué réellement ».

L'auteur traite dans cette monographie des Ptérochrozes et de certains Phanéroptérides. Ses descriptions sont accompagnées d'un luxe inouï de figures qui sont des merveilles d'exécution. A ce point de vue, il y a lieu de

signaler spécialement la planche en couleurs qui est en tête de l'ouvrage, planche due à l'habile pinceau de l'auteur lui-même : elle représente six espèces de Sauterelles-Feuilles.

Ce bel ouvrage apporte une riche contribution à l'histoire naturelle de ces curieux insectes, histoire que M. Vignon a traitée en descripteur rigoureux et en biologiste.

Traitement des cancers dits inopérables, incurables et abandonnés, par le Dr Kotzareff. 210 pages, 26 figures, 6 tableaux. Ed. Vigot, éditeur, Paris. — Prix : 30 francs.

Thèse inaugurale pour le doctorat en médecine français, ce livre acquiert après la fin subite et imprévue de son auteur la valeur d'un testament scientifique. Il représente, en effet, le bilan d'une vie consacrée tout entière au problème du cancer; le Dr Kotzareff bien connu déjà par ses travaux sur la question a condensé dans ces pages le résultat de sa grande expérience personnelle sur le traitement à opposer au mal qui ne pardonne pas. Il a abordé le problème par son côté le plus délicat puisqu'il s'est adressé aux cancers que les thérapeutiques à action locale (chirurgie, rayonx X, radium), s'avouaient impuissantes à traiter.

Convaincu de l'importanec capitale du terrain, il a été conduit à adopter et à perfectionner un traitement qui tende à modifier ce terrain lui-même et s'est adressé tout d'abord aux injections intra-veineuses de radon, puis a amélioré la méthode en combinant les injections simultanées de colloïdes et enfin en y adjoignant des applications locales de courants de très hautes fréquences.

Les résultats obtenus, si l'on tient compte surtout de ce qu'il s'agissait de cas avancés, abandonnés, sont assez encourageants pour inviter à poursuivre les recherches et les tentatives dans ce sens.

Par les questions qu'il traite, par les aperçus qu'il ouvre sur un chapitre de brûlante actualité et aussi par l'exposé très clair des notions acquises sur la radioactivité et sur les ondes électro-magnétiques, un tel livre ne doit pas laisser indifférent; il est un guide pour les chercheurs avides de poursuivre un sillon trop tôt interrompu.

Dr Didiée.

Géologie et Industrfe minérale du Pays de Liège, par Paul Fourmarier et Lucien Denoël, Professeurs à l'Université de Liège. In-8° de 238 pages avec 64 figures, 2 planches. Béranger, éditeur, Paris et Liége.

M. P. Fourmarier vient de rééditer, en la complétant et en la mettant en harmonie avec les plus récentes découvertes, sa remarquable synthèse géologique du pays de Liége, élaborée à l'occasion du Cinquantenaire de la Société Géologique de Belgique et du 48e Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, tenant alors sa première session hors de France. Le texte de M. P. Fourmarier, abondamment illustré, met clairement en évidence la complexité structurale de la Wallonie telle que l'ont établie les très nombreux sondages effectués dans la région Certainement, cette contrée est aujourd'hui l'un des compartiments de l'écorce terrestre dont l'architecture du sous-sol a pu être définie avec le plus de précision, grâce à l'énorme développement des travaux de mines.

M. L. Denoël présente dans l'ouvrage analysé ici, les résultats essentiels d'une vaste enquête sur la situation passée et présente des industries du sous-sol dans le pays de Liège. Une villa romaine de la place St-Lambert était déjà chauffée au charbon de terre : non seulement Liége a été le berceau de l'industrie charbonnière, mais le mot houille vient du liégeois « hoye », abréviation de « hoye de charbon », petite masse de houille. L'étude méthodique du développement de l'exploitation houillère de Liége montre que des progrès constants ont été réalisés ici aux points de vue technique, social et économique.

Dans les articles qui terminent le travail de M. L. Denoël sont décrites en détail les mines métalliques et les carrières du pays de Liège, qui jouent un rôle important dans l'économie locale, sans cependant atteindre l'intérêt général qu'offre la question houillère en Wallonie.

L. Joleaud.

Dictionnaire de Sylviculture, par le Professeur Arturo Bruttini, ancien Chef de Service de Sylviculture à l'Institut International d'Agriculture de Rome. Gr. in-8° de 384 pages. (*Encyclopédie économique de sylviculture*, tome IV), Paul Lechevalier, éditeur, Paris.

Ce dictionnaire donne en cinq langues — français, allemand, italien, anglais et espagnol — 4.600 termes relatifs à la forêt, sa culture, son exploitation et sa protection ou encore concernant les applications des sciences physiques et naturelles, de la mécanique et du droit à la sylviculture. Chaque terme est expliqué en français et, bien entendu, pour chaque espèce végétale ou animale l'auteur a indiqué la désignation latine.

Cet ouvrage que le regretté Professeur Bruttini a rédigé avec le plus grand soin sera certainement utile à tous ceux qui s'occupent de sylviculture, mais c'est seulement comme recueil de renseignements et comme dictionnaire français-étranger, car les mots anglais, allemands, italiens et espagnols n'y figurent qu'à la suite de l'explication des termes français correspondants.

A. B.

ERRATA

H. Poisson. — *Les Maladies parasitaires à Madagascar*, n° 8, 25 avril 1931.

Page 231 :

Col. gauche : avant-dernière ligne, au lieu du *leptotonas*, lire *leptomonas;*

Col. droite, 7e ligne, au lieu de *queulques*, lire *quelques;* 20e ligne, au lieu de *le poids*, lire *la police.*

Page 232 :

Col. droite, 16e ligne, au lieu de *piraplasmose*, lire *piroplasmose.*

Page 233 :

Note (1), au lieu de *Garougeau*, lire *Carougeau.*

Page 234.

Col. gauche, 6e ligne, au lieu de *ces*, lire *ses.*

Col. droite, 52e ligne, au lieu de *échynorhycose*, lire *échynorhyncose.*

Page 235 :

Col. gauche, 24e ligne, au lieu de *pacycladum*, lire *pachycladum.*

Page 236 (Tableau) :

Col. du milieu : 9e et 21e lignes, au lieu de *echicoccus* et *echicococcus*, lire *echinoccus;* 26e ligne, au lieu de *ytephanurus*, lire *stephanurus;* 33e ligne au lieu de *Toxascarus*, lire *Toxacaris.*

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 18 — 69e ANNÉE — 26 SEPTEMBRE 1931

LA STRATOSPHERE ET LES COUCHES LES PLUS ELEVEES DE L'ATMOSPHERE

par Ch. MAURAIN
Membre de l'Institut
Professeur à la Sorbonne

Un aspect très général des problèmes de la Physique du Globe consiste en ceci : les observations sont faites, en principe, à la surface de la Terre ; or, on se propose d'étudier non seulement ce qui se passe à la surface, mais aussi ce qui se passe dans l'intérieur du Globe et dans l'atmosphère. On a donc dû s'efforcer de trouver, pour l'étude des différents problèmes, des méthodes indirectes permettant de déduire d'observations faites à la surface la marche des phénomènes loin de cette surface, vers le bas ou vers le haut.

Naturellement, dans cette recherche, on a cherché à ajouter aux observations à la surface des observations directes faites en dehors de la surface, le plus loin possible.

Vers le bas, on est vite arrêté ; les renseignements directs s'arrêtent dans la partie solide vers une profondeur de 2 kilomètres, et dans les mers vers 9 ou 10 km.; l'effort s'est donc porté sur les méthodes indirectes ; certaines permettent d'avoir des renseignements sur les propriétés physiques aux grandes profondeurs, jusqu'à des centaines et même des milliers de kilomètres ; d'autres s'appliquent plus particulièrement aux couches voisines de la surface, et on sait comment leur développement récent apporte une aide à la géologie et ouvre de nouveaux procédés à la prospection.

Vers le haut, les circonstances sont plus favorables. L'homme a pu s'élever dans l'atmosphère libre jusqu'à des hauteurs qui, récemment encore, ne dépassaient pas 10.500 mètres pour les ballons, 13.000 pour les avions, et que Ch. Piccard et Kipfer ont portées le 27 mai 1931, à environ 16.000 mètres (en fait, jusqu'aux hauteurs au-dessus desquelles la masse atmosphérique n'est plus que le dixième de celle de l'atmosphère entière). De plus, on peut envoyer dans l'atmosphère des appareils enregistreurs emportés par des ballons non montés (ballons-sondes, employés pour la première fois, en France, par Hermite et Besançon en 1892) ; ces ballons atteignent assez souvent 20 km., exceptionnellement 25, et n'ont dépassé que très rarement 30 km. Les mouvements atmosphériques peuvent être étudiés en visant du sol de petits ballons (ballons-pilotes) qui s'élèvent jusqu'à des hauteurs analogues, et aussi les nuages, qui dépassent rarement 11 ou 12

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

kilomètres dans nos régions. On a donc des renseignements directs sur certains phénomènes météorologiques jusqu'à d'assez grandes hauteurs. Pour étudier les phénomènes des couches plus élevées, on doit avoir recours à des méthodes indirectes. On a utilisé les ondes qui se propagent dans ces couches : ondes provenant du soleil et des autres astres, qui éprouvent en traversant l'atmosphère des modifications étudiables au sol ; ondes sonores émises par des sources puissantes, qui peuvent revenir au sol après un trajet dans la haute atmosphère ; ondes électromagnétiques, dont la propagation présente des particularités remarquables reliées aux propriétés électriques de l'atmosphère. On a utilisé aussi l'observation de phénomènes de la haute atmosphère : aurores, polaires, nuages lumineux, poussières projetées par les éruptions volcaniques, météores. J'aurai plus loin l'occasion d'indiquer quelques résultats obtenus par ces méthodes.

Bien que ces méthodes d'étude de l'atmosphère directes et indirectes, soient nombreuses et diverses, il s'en faut de beaucoup qu'elles donnent avec continuité des renseignements sur les propriétés de l'atmosphère à toutes les hauteurs. D'autre part, les théories thermodynamiques par lesquelles on s'est efforcé d'interpréter ces propriétés ne permettent pas encore de relier entre eux les résultats expérimentaux épars et de constituer un ensemble descriptif comportant des précisions numériques. Un exposé synthétique de la constitution de l'atmosphère est donc actuellement impossible, et on doit se borner à indiquer comment les connaissances se présentent.

Variation de la température avec l'altitude.

C'est l'étude de la température de l'atmosphère qui a donné les indications les plus caractéristiques sur ses diverses couches.

Dans les couches basses, la température moyenne décroît à altitude croissante. Par exemple, dans nos régions, les températures moyennes de kilomètre en kilomètre sont à peu près les suivantes :

0	1 km.	2	3	4	5
+10°	+6°,5	+2°	—4°	—10°	—16
6	7	8	9	10	
—23°	—31°	—38°	—45°	—51°	
		11 km.			
		—56°			

Teisserenc de Bort a découvert, par les résultats de nombreuses ascensions de ballons-sondes, que cette décroissance s arrête à une certaine hauteur, environ 11 km. dans nos régions, au-dessus de laquelle la température moyenne reste presque la même jusqu'aux plus grandes hauteurs pour lesquelles les températures aient été mesurées directement (1). Dans nos régions, la température moyenne est d'environ —56° centigrades ou 217° absolus au-dessus de 11.000 m., et se relève très lentement, ce relèvement étant d'environ 2 ou 3° aux plus grandes hauteurs atteintes par les ballons-sondes.

Teisserenc de Bort avait d'abord proposé le nom de « couche isotherme » pour cette région de l'atmosphère où la température moyenne varie peu suivant la verticale. Mais ses propres mesures et celles d'autres auteurs ayant montré que la température moyenne dans cette région n'est pas la même aux différents points du Globe, il proposa ensuite le nom de Stratosphère, et celui de Troposphère pour les couches atmosphériques plus basses. Les météorologistes anglais ont donné le nom de Tropopause à la limite de la Troposphère et de la Stratosphère, et il est commode, en effet, de donner un nom à cette limite pour éviter à chaque instant une périphrase.

Bien que des sondages élevés n'aient pas été faits dans toutes les régions du Globe, les données accumulées permettent cependant quelques indications générales.

La hauteur moyenne de la Tropopause décroît des régions équatoriales aux régions polaires. Elle est d'environ 17 kilomètres au voisinage de l'équateur, 11 kilomètres aux latitudes de 45 à 50°, et semble descendre à 9 ou 10 kilomètres dans les régions arctiques et un peu plus bas dans les régions antarctiques. On ne sait pas si cette variation avec la latitude est très régulière. Une variation annuelle de cette hauteur moyenne a été mise en évidence en plusieurs régions ; par exemple à Batavia (lat 6° S.) elle est de 17,8 km. en janvier, et 16 km. en juillet. En Europe, le maximum de la hauteur a lieu vers la fin de l'été. D'ailleurs la hauteur de la Tropopause subit des variations qui sont en liaison avec le type du temps ; elle est plus grande au-dessus d'un anticyclone qu'au-dessus d'un cyclone ; dans nos régions, elle varie d'environ 8 à 13 km., avec exceptionnellement un peu moins ou un peu plus.

La température de la Stratosphère présente, comme sa hauteur, des variations dans l'espace et dans le temps. Sa valeur moyenne est la plus

(1) Teisserenc de Bort, qui avait développé à l'Observatoire de Trappes l'emploi des ballons-sondes et en donnait de temps en temps les résultats, a commencé vers 1899 à signaler cet arrêt dans la décroissance de la température, dans des communications à la Société de Physique et à la Société Météorologique, et a donné dans une note du 28 avril 1902, aux *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, un exposé détaillé résumant les résultats de nombreuses ascensions. Peu après Assmann a publié les résultats analogues déduits d'ascensions de ballons-sondes en Allemagne, et depuis ces résultats ont été étendus à de nombreux points du Globe.

basse dans les régions équatoriales, où elle est environ —86° centigrades, soit 187° absolus, et se relève à latitude croissante, atteignant environ —63° à la latitude 30° N, —56° en France, —54° à Kiruna (68° N), —52° à Pavlosk (60° N). Ainsi, on peut dire que plus la température moyenne est élevée dans la Troposphère, plus elle est basse au-dessus dans la Stratosphère. — Cette valeur moyenne présente partout une variation annuelle dont l'amplitude est de 6 à 10° ; dans nos régions, elle est la plus haute en été. — Enfin, la température de la Stratosphère présente en un même point des variations avec le temps, variations dont l'amplitude atteint dans nos régions 15 à 20° ; elle est en général un peu plus basse par régime anticyclonique que par régime cyclonique. La température la plus basse qui ait été observée est —92° ou 181° absolus, atteinte en 1923 à Batavia et en 1928 dans l'Inde.

Nous indiquerons plus loin les considérations relatives à l'interprétation de cette répartition des températures et à ses conséquences. Continuons pour l'instant à exposer les renseignements que l'on possède sur la variation de la température avec l'altitude.

Température dans les couches atmosphériques plus élevées que la Stratosphère. — Tout ce qui précède est déduit de mesures directes. Pour les couches plus élevées, aucune mesure directe n'a été faite, mais on possède des indications provenant de trois sources : l'observation des météores, l'étude de la propagation des ondes sonores, et les considérations relatives à l'absorption et à l'émission des radiations par l'atmosphère.

1° *Observation des météores.* — C'est, je crois, l'important travail de Lindemann et Dobson sur les météores, qui a donné pour la première fois des indications numériques sur la température de la haute atmosphère (1). Lindemann et Dobson utilisent les données sur les hauteurs d'apparition et de disparition des phénomènes lumineux ; ils analysent les phénomènes calorifiques produits par le déplacement dans l'atmosphère de ces masses à grande vitesse ; ils déduisent de leur étude que, aux altitudes de 60 à 150 kilomètres environ, la densité de l'atmosphère est beaucoup plus grande que celle donnée par le calcul fondé sur la loi de raréfaction de Laplace dans une atmosphère supposée à la température constante de la Stratosphère, et que les valeurs de la densité qu'ils obtiennent s'accorderaient avec une température à ces hauteurs de l'ordre de 300° absolus, c'est-à-dire supérieure de 80 à 90° à celle de la Stratosphère (dans les régions auxquelles se rapportent la plupart des données utilisées).

Evidemment, les phénomènes relatifs à la résistance de l'air sur les corps en mouvement, déjà fort mal connus pour des vitesses de l'ordre de celles des projectiles, sont encore plus incertains pour les vitesses des météores (plusieurs dizaines de kilomètres par seconde), et l'analyse de Lindemann et Dobson est dans une certaine mesure hypothétique. Mais leur conclusion relative à un relèvement de la température dans les couches plus élevées que la Stratosphère s'accorde bien avec d'autres considérations ; on est seulement porté à penser actuellement que ce relèvement est encore plus marqué qu'ils ne l'avaient indiqué dans ce travail.

2° *Propagation des ondes sonores.* — L'étude de la propagation des ondes sonores a apporté des arguments qualitatifs et quantitatifs à ce sujet. Cette propagation donne lieu à des phénomènes curieux, en relation avec les propriétés de l'atmosphère aux diverses hauteurs, et dont l'observation précise a été entreprise, en vue de l'étude de l'atmosphère, en plusieurs pays : Hollande, France, Allemagne, Angleterre. J'ai exposé ce sujet dans le mémoire relatif aux résultats obtenus dans les expériences faites en France (1), et j'indiquerai seulement ici ce qui se rapporte à la répartition de la température dans la haute atmosphère.

Le phénomène particulier en liaison avec cette répartition consiste en l'existence de zones de réception lointaine, séparées de la région centrale entourant la source (explosion) par des zones dans lesquelles les ondes ne peuvent être décelées. L'interprétation de ces faits est que des ondes sonores qui se sont élevées, à partir de la source, jusque dans la haute atmosphère, s'y incurvent et reviennent au sol après des trajets de plusieurs centaines de kilomètres (2). Cette incurvation nécessite un accroissement de la vitesse de propagation avec l'altitude, et c'est en somme cet accroissement de vitesse que donne l'étude de la propagation des ondes. Plusieurs causes peuvent intervenir pour produire cet accroissement.

(1) F.-A. LINDEMANN and G.-M.-B. DOBSON. *A Theory of Meteors, and the Density and Temperature of the outer Atmosphere to which it leads.* Proceedings of the Royal Society, série A, t. 102, p. 411 ; 1923.

(1) CH. MAURAIN. *Sur la propagation des ondes aériennes (expériences de La Courtine)*, fasc. spécial des *Annales de l'Institut de Physique du Globe*, VIII-49 p., 1926.

(2) J'ai étudié dans le mémoire indiqué l'influence du vent, qui est importante mais complexe. Elle intervient, en particulier, en favorisant l'orientation vers la haute atmosphère des rayons sonores dirigés en sens inverse du vent dans les basses couches, d'où l'irrégularité de la répartition en direction des zones de réception lointaine. La répartition de la vitesse du vent dans la stratosphère, dont il sera question plus loin, intervient aussi en contribuant à ramener ces rayons vers le sol.

L'une pourrait être un accroissement de la proportion dans l'atmosphère de gaz légers, hydrogène et hélium, la vitesse de propagation étant inversement proportionnelle à la racine carrée de la densité. Cette interprétation, proposée par von dem Borne et van Everdingen, s'appuyait sur la loi de raréfaction de Laplace, d'après laquelle, si on admet une répartition d'équilibre à température constante, la proportion des gaz légers dans l'atmosphère doit augmenter avec la hauteur de manière à devenir importante à partir de 60 ou 70 kilomètres et prépondérante plus haut. Mais le fait qu'on n'a pu trouver aucune raie attribuable à l'hydrogène ou à l'helium dans le spectre de l'aurore polaire, ni aucun autre indice de la présence de ces gaz dans la haute atmosphère, a conduit dans ces derniers temps à douter de leur présence.

On pourrait encore penser à un accroissement de la vitesse avec la hauteur du fait de la diminution de la pression. Si les molécules se simplifiaient à pression réduite et tendaient vers l'état monoatomique, la vitesse, étant pour des variations adiabatiques proportionnelle à la racine carrée du rapport des chaleurs spécifiques, augmenterait, le rapport des chaleurs spécifiques étant un peu plus élevé pour les gaz monoatomiques que pour les autres. Mais cet effet serait insuffisant pour expliquer les faits observés, et d'ailleurs on n'a aucun argument expérimental en faveur d'une variation de la vitesse à pression réduite.

Mais un relèvement de la température à partir de 40 ou 50 kilomètres produirait aussi un accroissement de la vitesse, celle-ci étant proportionnelle à la racine carrée de la température absolue. Les résultats de Lindemann et Dobson ont donc conduit à une troisième interprétation, qui est la plus en faveur actuellement.

D'après les résultats obtenus dans les expériences de La Courtine, le relèvement de la température indiqué par Lindemann et Dobson ne suffirait pas pour produire à lui seul la courbure nécessaire des rayons sonores, et il faudrait faire intervenir, en même temps que l'influence de la température une autre influence, par exemple celle d'un accroissement de la proportion des gaz légers. Mais on peut rendre compte des phénomènes observés si on admet pour ce relèvement une valeur plus forte. Il convient de remarquer que dans l'application numérique se présentent certains points hypothétiques, particulièrement la hauteur à laquelle commence le relèvement de la température. Si, dans l'interprétetion des résultats des expériences de La Courtine quant à la distance à laquelle les ondes reviennent au sol et à la durée de la propagation, on admet que la température de la Stratosphère, —56°, se maintient constante jusqu'à 40 kilomètres, et qu'à cette hauteur commence un relèvement de la température, on trouve que ce relèvement peut à lui seul expliquer les faits si la température à une hauteur de 57 km. (qui serait dans ces conditions la hauteur maximum atteinte par les rayons sonores) est de 389° absolus, soit 116° au-dessus de zéro. Si on admet que le relèvement de la température commence plus haut que 40 km., on arrive, dans les mêmes conditions, à des températures plus fortes, dépassant 400° absolus, dans des couches plus élevées. — Whipple qui, aussitôt après la publication du travail de Lindemann et Dobson, avait attiré l'attention sur l'application de leurs résultats à l'explication de la production des zones de réception lointaine, juge qu'on peut déduire des résultats de Lindemann et Dobson sur la répartition des densités de l'atmosphère une distribution de la température différente de celle qu'ils ont envisagée (1) ; en admettant que l'élévation de la température commence à 30 km. et s'étend régulièrement jusqu'à 50 km., il arrive, d'après les résultats de Lindemann et Dobson, à une température de 380° absolus à cette altitude. Dans le mémoire cité, il montre que dans ces conditions les résultats des expériences de La Courtine peuvent être interprêtés par l'influence de la température seule. Il est arrivé depuis à la même conclusion pour l'interprétation des résultats de l'audition de tirs d'artillerie.

En somme, un relèvement de la température allant jusque vers 400° absolus semble permettre une interprétation complète des zones de réception lointaine observées dans la propagation des ondes sonores. Or, des considérations fondées sur l'absorption de la radiation solaire dans les couches à forte teneur en ozone portent à admettre comme vraisemblables, dans ces couches, des températures de cet ordre.

3° *Température dans les couches à forte teneur en ozone.* — Les phénomènes d'absorption et d'émission jouent un rôle capital dans la distribution des températures dans l'atmosphère, et nous aurons à y revenir plus loin. Disons tout de suite qu'on interprète la constance relative de la température dans la Stratosphère par un équilibre radiatif. Dans les couches plus élevées, la présence d'ozone en quantité notable (2) change les conditions. Cet ozone absorbe presque en entier les radiations solaires de courte longueur d'onde, ce qui correspond à une frac-

(1) F.-J.-W. WHIPPLE. *Nature*, 28 août 1926, p. 309.

(2) CH. FABRY et H. BUISSON. *L'absorption des radiations dans la haute atmosphère*, fasc. XI, du Mémorial des Sciences Physiques, Paris, Gauthiers-Villars, 1930. — *Rapport de la réunion de l'ozone et de l'absorption atmosphérique*, avec 27 mémoires et notes, mis en ordre par CH. FABRY. Akad. Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1929 (extrait de : Gerlands Beiträge zur Geophysik, tome 24, 1929, pp. 1-77).

tion de l'énergie de la radiation solaire totale dont les évaluations vont de 4 à 6 o/o. Dans l'infra-rouge, l'ozone n'a que des bandes d'absorption assez faibles, de sorte que, à la température où il se trouve dans l'atmosphère, il n'émet que peu d'énergie rayonnante. Il doit en résulter pour ces couches une température plus élevée que celle de la Stratosphère. On manque d'éléments précis pour évaluer sur ces bases la température. Gowan, qui avait d'abord indiqué 270°, semble, d'après des publications récentes, être arrivé à l'idée que 400° n'est pas improbable (1), et des estimations plus élevées ont été données. Chapman fait remarquer qu'il est difficile d'admettre que la température dépasse les valeurs pour lesquelles la décomposition de l'ozone devient très notable, et examine les conditions (actuellement connues de manière peu précise) de cette décomposition : à + 100° ou 373° absolus, elle paraît peu importante ; si la température atteint 400°, même seulement pendant une partie de chaque journée, la décomposition doit jouer un grand rôle dans l'équilibre de l'ozone et ses variations. Chapman conclut que ces évaluations de la température sont actuellement assez incertaines, et qu'il y aurait grand intérêt à les préciser, et, en particulier, à rechercher les variations diurnes, que l'étude de la propagation du son n'a pas jusqu'à présent manifestées.

On peut noter, incidemment, que l'existence de températures élevées dans la haute atmosphère doit favoriser la diffusion vers l'espace des gaz légers, d'abord de l'hydrogène et, si la température est assez élevée, de l'hélium (2) ; cette considération peut intervenir dans la répartition et la raréfaction de ces gaz dans la haute atmosphère.

En résumé, il résulte des observations directes que la température moyenne décroît d'abord à altitude croissante (Troposphère), puis devient sensiblement constante ou plutôt légèrement croissante dans une zone dont la limite supérieure est inconnue (Stratosphère) ; et il semble résulter d'études indirectes de genres divers qu'il y a dans des couches plus élevées un relèvement très notable de la température.

(1) Gowan. *The effect of Ozone on the temperature of the Upper Atmosphere*. Proceedings of the Royal Society, A, t. 120, 1928, p. 655. — Chapman. *On the annual variation of Upper-Atmospheric Ozone*, Philosophical Magazine, t. X, p. 345, 1930. — Dobson. *Ozone in the Upper Atmosphere and its Relation to Meteorology*, discours delivered at the Royal Institution on mar. 6 1931. *Nature*, may 2 1931, p. 668.

(2) Helge-Petersen. *On the influence on the composition of the air of a possible high temperature in the highest strata of the atmosphere. Publication* n° 6 de l'Institut météorologique danois, 1928.

Variation de la vitesse du vent avec l'altitude.

Voyons maintenant ce qu'indique l'expérience relativement à la vitesse des mouvements horizontaux de l'atmosphère.

Jusqu'aux hauteurs de 10 ou 11 km., dans nos régions, la vitesse moyenne du vent croît à altitude croissante ; on la déduit de l'observation de ballons-pilotes, ou encore des mouvements des nuages, ou de la durée du trajet de ballons-sondes qui n'ont pas été constamment observés mais dont on connaît les points et les heures de départ et de retour au sol et, par un baromètre enregistreur, les altitudes successives.

Au-dessus, dans la Stratosphère, les nuages disparaissent, la constance de la température s'opposant aux condensations. Il ne subsiste comme moyens de mesure directe que les ballons-pilotes ou les ballons-sondes. Vers la fin de la guerre, on a commencé à envisager le vol des avions à grande hauteur, et j'ai recherché, à ce sujet, ce que devenait la vitesse du vent dans la Stratosphère. Dans un ouvrage paru en 1912 et où Cave a exposé les résultats de ses observations par ballons-pilotes à Ditcham-Park (1), il indique, d'après un petit nombre de sondages (onze) dans lesquels le ballon avait pénétré dans la Stratosphère, que la vitesse du vent cesse de croître à la limite de la Stratosphère et décroît au-dessus. En vue de préciser cette variation, je fis une étude portant sur toutes les ascensions de ballons-pilotes effectuées par la Commission Internationale pour l'Aérostation scientifique, pendant huit années et demie, ayant dépassé 10.000 mètres, au total 198 ascensions réparties sur 30 stations, la plupart en Europe (1). Le tableau suivant reproduit les moyennes obtenues de kilomètre en kilomètre :

Altitude (en km.) :									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vitesse moyenne (en mètres par sec.) :									
5,70	6,57	7,47	8,11	8,86	9,94	11,10	12,21	13,52	14,90
Altitude (en km.) :									
11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Vitesse moyenne (en mètres par sec.) :									
15,57	13,76	11,87	10,91	10,05	9,44	9,36	8,12	8,04	

La vitesse passe par un maximum très accentué pour l'altitude de 11 kilomètres, qui correspond à la Tropopause, et décroît rapidement au-dessus.

On doit remarquer, naturellement, que ces

(1) C.-J.-P. Cave. *The structure of the Atmosphere in clear Weather*, Cambridge, University Press, 1912.

(1) Ch. Maurain. *Sur la vitesse du vent dans la haute atmosphère par temps clair*. C. R. de l'Acad. des Sciences, 15 juillet 1919, t. 169, p. 79.

observations correspondent à des conditions spéciales, celles d'un temps clair et d'un vent assez faible pour que le ballon n'ait pas été déporté horizontalement à une distance telle qu'il eût échappé à l'observation, c'est-à-dire en général à un régime anticyclonique. La vitesse moyenne correspondant à ces conditions est plus faible que la moyenne générale. Je suis revenu sur la discussion de ces observations dans une deuxième note et plus tard dans un article (2), où je rapportai les résultats de travaux postérieurs d'autres auteurs (3) portant sur un grand nombre d'observations. J'y ai montré (par exemple, en ne considérant que des ascensions ayant dépassé 15 km. et en déduisant ainsi les moyennes, jusqu'à cette altitude, d'un même nombre de mesures pour chaque hauteur) que, pour les conditions météorologiques correspondant à ces ascensions de ballons-pilotes, il n'est pas douteux que la vitesse moyenne du vent présente un maximum très accusé à la Tropopause, ou plutôt, d'après une étude spéciale de W. Peppler, un peu au-dessous. D'ailleurs, d'une statistique portant sur des ascensions de ballons-sondes munis d'altimètres et pour lesquels on a connu l'heure et le point de chute, Peppler déduit des résultats analogues aux précédents, bien que ces ascensions ne correspondent plus seulement à des temps clairs. On peut donc, je crois, considérer comme générale la décroissance de la vitesse moyenne du vent dans la Stratosphère ; la vitesse y éprouve d'ailleurs, dans les couches atteintes, des variations considérables, comme dans les couches plus basses. D'autre part, les vitesses moyennes indiquées ci-dessus correspondent évidemment, aussi bien dans la Stratosphère que dans la Troposphère, à des valeurs beaucoup plus faibles que les moyennes générales aux mêmes hauteurs.

L'ensemble des résultats sur ce sujet manifeste un parallélisme avec la répartition de la température : pour les régions équatoriales (Batavia), la vitesse moyenne croît avec l'altitude jusqu'à 16 km. (d'après Hildebrandsson, *loc. cit.*), ce qui correspond à la grande hauteur de la Tropopause signalée ci-dessus ; pour les régions de latitude moyenne, le maximum de la vitesse moyenne se produit à une altitude plus grande en été qu'en hiver, ce qui correspond à la variation saisonnière de la Tropopause ; dans l'Antarctique, des sondages faits par Barkow (mer de Weddell), manifestent une décroissance de la vitesse à partir de 7 ou 8 km. (d'après J. Rouch, *La Haute Atmosphère dans l'Antarctique, La Météorologie*, t. III, p. 337 ; 1927).

Comme pour la température, les renseignements sur la vitesse du vent deviennent rares au-dessus d'une vingtaine de kilomètres et manquent complètement un peu plus haut. Et ici, on ne possède pas actuellement, pour les couches plus élevées, d'indications provenant de méthodes indirectes. Par contre, on a quelques renseignements directs épars, provenant de l'observation des nuages nocturnes lumineux qui ont apparu à diverses époques et de l'entraînement de poussières ténues lors d'éruptions volcaniques. Par exemple Krogness a observé à plusieurs reprises en Norvège, à la suite d'aurores polaires, des nuages lumineux dont la hauteur était de l'ordre de 100 km. et la vitesse de 50 à $100 \frac{\text{met}}{\text{sec}}$. Lors de l'éruption du Krakatoa en 1883, les phénomènes optiques auxquels ont donné lieu les poussières projetées à grande hauteur ont permis d'évaluer la vitesse des mouvements de la haute atmosphère, dirigés vers l'Ouest dans les régions équatoriales ; dans le beau volume consacré à cette éruption (1), on trouve des indications de vitesses allant de 22 à $52 \frac{\text{met}}{\text{sec}}$, avec pour le courant équatorial vers l'Ouest une vitesse moyenne de $37 \frac{\text{met}}{\text{sec}}$ à des hauteurs qui ont diminué progressivement à partir d'environ 37 km.

En résumé, la répartition de la vitesse du vent en altitude présente, comme celle de la température, des caractéristiques différentes dans la Troposphère et la Stratosphère, et, de plus, de même que la température se relève dans la haute atmosphère, la vitesse du vent, après avoir baissé dans la Stratosphère, semble d'après les quelques renseignements qu'on possède reprendre plus haut de grandes valeurs.

Variation des conditions thermodynamiques avec l'altitude.

Les conditions du rayonnement thermique, absorption et émission, jouent le rôle fondamental dans la répartition des températures dans l'atmosphère.

Dans les couches basses, plusieurs conditions spéciales se présentent. D'abord, le sol, échauffé

(2) *Sur la vitesse du vent dans la Stratosphère.* C. R., t. 169, 1919, p. 1419. — *La variation de la vitesse du vent avec l'altitude, Revue Gén. des Sciences*, 15 février 1921, p. 76.

(3) En particulier : W. Peppler. *Die Windverthdltlnisse der freien Atmosphäre*, in : Die Arbeiten der preussischen Aeronautischen Observatorium bei Lindenberg pour 1919, tome XIII, p. 50. — H. Hildebrandsson, *Etude préliminaire sur les vitesses du vent et la température dans l'air libre à des températures différentes. Geografisca Annalen*, 1920, H 2, p. 97.

(1) *The eruption of Krakatoa and subsequent phenomena*, London. Trübner, 1888, Part IV, Sections III et IV.

par le rayonnement solaire qui lui parvient, rayonne vers l'atmosphère, et ce rayonnement est en grande partie absorbé par l'atmosphère, surtout par les couches basses qui contiennent une quantité importante de vapeur d'eau ; ce rayonnement est d'ailleurs variable suivant la situation géographique et la nature de la surface, variable aussi en un point (variations diurne et annuelle, variations irrégulières). D'autre part, l'échauffement ou le refroidissement du sol se communiquent par contact aux couches atmosphériques voisines et contribuent à la production de courants verticaux. Enfin la vapeur d'eau intervient dans les phénomènes thermiques accompagnant les mouvements de l'air, en particulier par des condensations ; les nuages formés jouent à leur tour un rôle important dans la répartition et les variations du rayonnement. — C'est à ces conditions, variables avec la distance au sol, jointes à l'influence du relief, que correspondent les propriétés de la Troposphère : variation de la température avec l'altitude, mouvements verticaux, brassage continuel, phénomènes cycloniques.

Dans les couches plus élevées, l'influence du sol est de moins en moins importante ; la vapeur d'eau est en quantité trop faible pour que les condensations aient un rôle thermique notable ; les phénomènes thermiques dépendent surtout de l'absorption et de l'émission des radiations par l'air lui-même. — C'est à ces conditions que correspondent les propriétés de la Stratosphère, et la constance approximative de la température suivant la verticale peut être considérée comme la manifestation d'un équilibre radiatif. Les quantités numériques qu'on a à introduire dans l'étude des conditions radiatives, et la proportion de vapeur d'eau, ne sont pas suffisamment connues pour qu'on puisse actuellement préciser, mais les travaux à ce sujet s'accordent à montrer que l'équilibre radiatif peut s'appliquer à la Stratosphère, avec une altitude limite inférieure de l'ordre de celle observée.

Dans la haute atmosphère, les conditions radiatives sont, comme il a été dit plus haut, modifiées par la présence d'une quantité notable d'ozone, dont la forte absorption dans l'ultra-violet et la faible absorption dans l'infrarouge tendent à maintenir une température relativement élevée. La répartition en altitude de l'ozone n'est pas parfaitement connue actuellement, et les progrès, d'une part dans l'étude de cette répartition, d'autre part dans l'étude des conditions d'équilibre de l'ozone et de l'oxygène en fonction de la température, permettront plus tard de préciser son rôle.

Les conditions radiatives permettent donc une interprétation de la répartition de la température suivant la verticale, mais il s'en faut de beaucoup qu'on puisse rendre compte actuellement avec quelque précision des différences que présentent la température de la Stratosphère et sa hauteur aux diverses latitudes.

Cette répartition de la température en hauteur entraîne des conditions d'équilibre très différentes dans la Troposphère et la Stratosphère. Dans celle-ci, la constance de la température suivant la verticale s'oppose aux mouvements verticaux ; si une masse d'air s'élève adiabatiquement, de la diminution de pression résulte un abaissement de sa température ; sa densité augmente donc par rapport à celle des couches d'air environnantes de même hauteur, et elle tend à redescendre à sa position primitive ; c'est l'inverse pour un mouvement vers le bas. Les conditions générales de la Stratosphère sont donc des conditions d'équilibre stable. — Si maintenant, dans la Troposphère, une masse d'air s'élève, sa température s'abaisse, mais la température des couches voisines de la colonne ascendante devient aussi de plus en plus basse; si la température de la colonne ascendante se trouvait plus élevée que celle des couches voisises de même hauteur, la densité y serait plus faible que dans ces couches, et, par suite, la vitesse de la colonne ascendante tendrait à s'accroître, il y aurait instabilité ; si la température de la colonne ascendante se trouve devenue plus basse que celle des couches environnantes, la masse ascendante sera au contraire rappelée vers le bas, il y aura stabilité relative. Il n'y a pas lieu de prolonger ici la discussion à ce sujet ; il semble, comme on sait, que la décroissance moyenne de la température qui se maintient dans la Troposphère soit moins rapide que celle qui correspond à la variation moyenne de la température lors de mouvements verticaux, c'est-à-dire que les conditions y sont celles d'une certaine stabilité générale ; mais c'est une stabilité assez précaire, bien moins accusée que celle qui règne dans la Stratosphère, et que des circonstances locales peuvent détruire ; les mouvements verticaux sont fréquents et souvent rapides, et la Troposphère est une zone d'agitation intense et irrégulière.

A la Tropopause, les mouvements de la Troposphère tendent à se communiquer aux couches inférieures de la Stratosphère, mais les conditions d'équilibre de celle-ci doivent, en général, étouffer rapidement les mouvements verticaux. Quant aux mouvements horizontaux, nous avons vu que leur vitesse moyenne décroît à mesure qu'on s'élève dans la Stratosphère.

Cependant, le détail des sondages montre que la constance de la température suivant la verticale dans la Stratosphère, de laquelle dépend la stabilité n'est pas absolue ; d'autre part, il y existe des différences de température entre des points à une même hauteur, différences systématiques correspondant à la répartition générale de la température indiquée plus haut et

aussi différences irrégulières plus localisées. Il semble donc que la Stratosphère, tout en étant une zone de stabilité suivant la verticale, soit cependant le siège de mouvements d'ensemble importants, comportant même dans le détail une certaine agitation.

Il est probable que les variations qui se produisent dans la Stratosphère ont généralement dans l'espace une grande ampleur et une certaine lenteur par rapport aux variations dans la Troposphère, et que ces variations, par leur ampleur, interviennent fortement dans les variations générales du temps. La Tropopause est plus élevée par régime anticyclonique que par régime cyclonique, et la température dans la Stratosphère est généralement plus basse dans le premier cas. D'après une étude statistique de L.-H.-G. Dines, les variations de pression qui se produisent un peu au-dessous de la Tropopause sont associées de manière assez étroite aux cyclones et aux anticyclones, les hautes pressions correspondent aux anticyclones et les basses aux cyclones. Il résulte d'évaluations qui ont été faites du rôle des différentes couches atmosphériques dans la production d'une variation importante de pression au sol, que le rôle principal est joué par les couches voisines de la Tropopause et surtout par la Stratosphère. Les connaissances sur ces sujets sont encore peu précises, mais il est vraisemblable que la Stratosphère joue un rôle considérable dans les principales variations du temps, et sans doute pourra-t-on, quand on connaîtra mieux les variations de hauteur, de température et de pression de la Stratosphère, en déduire des indications pour la prévision du temps.

A propos des propriétés électriques de la haute atmosphère.

Dans ce qui précède, il a été question seulement des propriétés météorologiques de la Stratosphère et des couches plus élevées. L'étude des propriétés électriques de ces couches prend d'ailleurs une importance de plus en plus grande. L'étude de l'électricité atmosphérique s'est beaucoup développée depuis les découvertes relatives à l'ionisation des gaz, qui ont permis d'interpréter et de relier des phénomènes jusque-là épars (1), et aussi du fait de l'essor de la T.S.F, qui a conduit à la recherche des conditions de la propagation des ondes électromagnétiques. Il y a quarante ans, l'étude de la variation diurne du champ magnétique terrestre avait conduit à la notion d'une forte conductibilité électrique dans la haute atmosphère. Cette notion a permis une interprétation de la propagation des ondes élestromagnétiques autour du Globe, et l'on s'efforce maintenant de préciser les conditions de l'ionisation atmosphériqiue aux diverses altitudes. Je ne développerai pas ici ce sujet ; dans ce domaine encore on cherche à faire des mesures directes aussi haut que cela est possible, et à établir des méthodes indirectes susceptibles de renseigner sur les propriétés électriques des couches inaccessibles.

Parmi les causes auxquelles on peut rapporter l'ionisation atmosphérique, il en est qui ont leur origine en dehors du Globe ; elles agissent d'abord sur la haute atmosphère, et on peut penser que c'est là qu'elles sont le plus actives, leur action s'atténuant à mesure que les afflux qui les produisent sont absorbés par l'atmosphère en y descendant. Peut-être cependant n'en est-il pas ainsi pour toutes ces causes d'ionisation, si l'action de certaines d'entre elles dépend de la densité de l'atmosphère aux points où cette action s'exerce. Il est, en tout cas, très important d'étudier ces actions ionisantes aux diverses altitudes jusque dans la haute atmosphère ; l'absorption atmosphérique diminuant à mesure qu'on s'élève, on peut ainsi avoir sur ces causes d'ionisation des connaissances plus précises, et, d'autre part, il est naturellement très désirable de savoir comment leur action varie avec la hauteur dans l'atmosphère.

Parmi ces causes d'ionisation ayant leur origine en dehors du Globe, figure le rayonnement dit « cosmique », qui a été l'objet des travaux de Hess, de Kolhörster, de Millikan et d'autres auteurs, et dont le rôle est particulièrement important. On s'est efforcé de l'étudier à grande hauteur, par des observations sur les montagnes ou en ballon monté, et aussi à l'aide d'appareils enregistreurs emportés par des ballons non montés. C'est surtout l'étude de ce rayonnement qui a conduit Piccard à concevoir, et à réaliser, sa magnifique entreprise récente. Il s'est proposé d'étudier le rayonnement cosmique jusqu'à une hauteur telle qu'il n'eût plus au-dessus de lui que le dixième de la masse atmosphérique, ce qui se produit à environ 16.000 m. Il a trouvé à cette altitude (d'après sa conférence du 10 juillet à Paris, à laquelle j'ai eu le grand plaisir d'assister), l'ionisation produite par le rayonnement cosmique plus faible qu'on ne l'a constatée dans des couches plus basses de l'atmosphère. Cela indique sur les conditions d'ionisation par ce rayonnement, une influence de la densité de l'atmosphère, telle que la production d'un rayonnement secondaire qui jouerait le rôle prépondérant dans l'ionisation elle-même. Les circonstances de l'ascension ont malheureusement empêché, semble-t-il, l'exécution de mesures pendant la montée et la descente du ballon, c'est-à-dire aux hauteurs intermédiaires entre 16.000 mètres et le sol. Il faut

(1) Ch. Maurain. *L'Electricité atmosphérique*. Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1931, B, 1-24.

espérer que de nouvelles mesures exécutées soit en ballon monté suivant la méthode établie par Piccard, soit par appareils enregistreurs emportés par des ballons non montés, à l'aide desquels Millikan a obtenu des mesures jusqu'à 15,6 km., soit en avion, permettront dans peu de temps d'être fixé sur ce point.

Il serait naturellement très important d'étudier aux grandes hauteurs les diverses propriétés électriques de l'atmosphère, gradient du potentiel, conductibilité, ionisation générale ; Piccard avait prévu de telles mesures, en particulier des mesures du champ électrique dont les circonstances paraissent avoir empêché l'exécution. Idrac a pu déjà, à l'Observatoire de Trappes, obtenir des mesures du champ électrique jusqu'à 20.000 m. à l'aide de petits appareils enregistreurs d'un type établi par le P. Lejay, emportés par des ballons (1). La mesure directe des éléments météorologiques électriques à de grandes hauteurs est extrêmement désirable, et tout ce qu'on fera en ce sens sera très précieux en donnant une base de plus en plus ample et précise à la connaissance de l'ensemble de l'atmosphère. Pour l'étude de la haute atmosphère, il faudra continuer d'avoir recours aux méthodes indirectes dont quelques-unes applicables aux éléments météorologiques ont été rappelées au cours de cet article. Les méthodes indirectes applicables à l'étude des propriétés électriques se sont beaucoup développées dans ces dernières années ; les rappeler nous entraînerait dans un domaine scientifique devenu rapidement immense.

(1) P. Idrac. *Recherches sur le champ électrique de l'atmosphère aux grandes altitudes à l'Observatoire de Trappes*. Mémorial de l'Office National Météorologique, n° 18, 1928.

GUIDAGE RADIO-ELECTRIQUE DES NAVIRES ET AERONEFS

par Pierre DAVID

Docteur ès-Sciences
Ingénieur en chef au Laboratoire national
de Radioélectricité

Il est à peine besoin de mentionner, en raison de son évidence, l'importance des services que peut rendre un guidage radio-électrique aux navires et aéronefs.

Toujours utile pour compléter les informations fournies par d'autres, ce procédé de guidage peut devenir, à certains moments, indispensable, parce que seul efficace : c'est le cas de l'avion perdu dans la brume.

Aussi, depuis longtemps proposé, essayé, réalisé sous différentes formes, a-t-il été l'objet de recherches très actives dans plusieurs pays ; à sa solution plus ou moins complète, se trouve liée dans une large mesure la sécurité de la navigation aérienne, ce qui justifie des efforts et des dépenses considérables.

Je voudrais, ce soir, examiner rapidement ce qui a été fait depuis quelques années, et passer en revue les différents systèmes de guidage ; je vous indiquerai sommairement leur principe, leurs avantages et leurs inconvénients, en distinguant avec soin ceux qui sont réellement en service ; ceux qui ont été l'objet d'essais satisfaisants, à échelle plus ou moins réduite ; enfin ceux qui, riches de promesses sur le papier, n'ont pas encore affronté l'épreuve des réalisations effectives.

Les principes du guidage sont exactement les mêmes, qu'il s'agisse d'un navire, d'un avion, ou d'un dirigeable ; de tout ce qui est, suivant la devise du *Nautilus* de Jules Verne, *mobilis in mobili*, mobile dans un élément mobile.

Toutefois, certaines considérations de précision, de portée, d'encombrement, etc., interviennent à des degrés différents en navigation maritime et en navigation aérienne ; leur équilibre peut être l'objet de toute une discussion ; l'emploi du guidage forme, pour les usagers, une véritable tactique. Je n'ai ni le temps, ni la compétence pour traiter ici le point de vue du navigateur, et je parlerai seulement de l'aspect radio-technique du problème. Néanmoin, il est absolument nécessaire de savoir quelles sont les conditions à remplir, et dans quel ordre d'ur-

gence elles sont classées par les utilisateurs. Voici donc d'abord l'essentiel de leur point de vue :

1°) Il s'agit évidemment de faire connaître au mobile *sa position*, à tout instant ou du moins chaque fois qu'il en a besoin.

Pour un avion, ceci implique la connaissance de trois coordonnées, puisque sa distance au sol constitue un élément essentiel de sécurité. Disons tout de suite que la solution complète est encore à peine abordée dans ce cas, le plus difficile, et que nous examinerons seulement en dernier lieu.

Pour un navire, il suffit de deux coordonnées ; de même pour l'avion, si l'on admet que le pilote connaîtra sa hauteur par d'autres moyens. Tel est le cas général actuellement considéré.

Enfin, à défaut de deux, on peut se contenter d'une seule « coordonnée » : l'écart par rapport à la route à suivre, qui est, au fond, l'élément essentiel. Pourvu qu'il sache qu'il est sur sa route — ou, s'il s'en écarte, le sens et l'ordre de grandeur de la correction à faire pour y revenir — le navigateur arrivera au but. Il ne lui est pas indispensable de savoir à tout instant en quel point de route il se trouve : les navires et les avions ne se suivent pas, avec la régularité des trains sur la même ligne. Quoique géométriquement insuffisante pour définir sa position, la connaissance d'une seule « coordonnée », se trouvera pratiquement très utile dans bon nombre de cas.

2°) Quelle précision doit-on exiger de ce guidage ?

Cela dépend des cas.

Au large des côtes, un navire n'a pas besoin de connaître sa position à un kilomètre près ; de même, un avion qui fait route de Paris à Londres se soucie fort peu d'un écart de cet ordre, et même dix fois plus grand, pendant la plus grande partie de son étape.

Au contraire, aux abords d'un point dangereux, dans une passe sinueuse, ou en approchant du terrain d'apprentissage, une précision de quelques dizaines de mètres, ou même de quelques mètres, peut devenir nécessaire.

Il en résulte naturellement une limite supérieure du temps alloué pour l'opération du guidage ; pour l'avion, nécessairement animé d'une grande vitese, il faut un guidage presque instantané pour que son déplacement pendant l'opération ne lui enlève pas tout intérêt.

3°) Au degré de précision ci-dessus défini, le guidage doit être absolument *sûr*, c'est-à-dire fonctionner sans défaillances, sans pannes, sans erreurs, sans risques de brouillages.

Le navigateur qui a accepté de partir par mauvais temps, comptant sur un procédé radio-électrique, ne peut accepter que ce procédé lui fasse défaut à l'instant critique, ou, pire encore, ne l'induise en erreur.

Aucune concession sur ce point, par conséquent : sécurité avant tout.

4°) Naturellement, il est avantageux, surtout pour un avion, que les appareils de bord soient simples, légers, peu encombrants, faciles à manœuvrer, et que l'on puisse utiliser pour le guidage tout ou partie des récepteurs normaux existant déjà pour le trafic radio-télégrahique ou téléphonique.

Bien que les appareils placés à terre, aux stations fixes, puissent avoir un tout autre ordre de grandeur, il est évident que la simplicité, l'économie, la facilité de manœuvre y sont encore désirables.

5°) La multiplication toujours croissante des radio-communications et l'impossibilité d'étendre la gamme d'ondes réservée à la navigation; rendent hautement désirable que le guidage utilise des émissions existantes ou, s'il lui faut des émissions spéciales, que celles-ci soient brèves et peu gênantes.

6°) Enfin, il peut être intéressant, dans certains cas, que le dispositif possède une certaine souplesse, pour s'adapter à des circonstances imprévues : modification de la route suivie, création de route nouvelle, transformations et progrès techniques, etc.

Principe du guidage radio-électrique.

Bien que l'imagination des chercheurs ait mis en œuvre des procédés de guidage très variés, il n'est pas difficile de faire dériver leurs idées générales de quelques principes communs très simples, que je rappellerai d'abord.

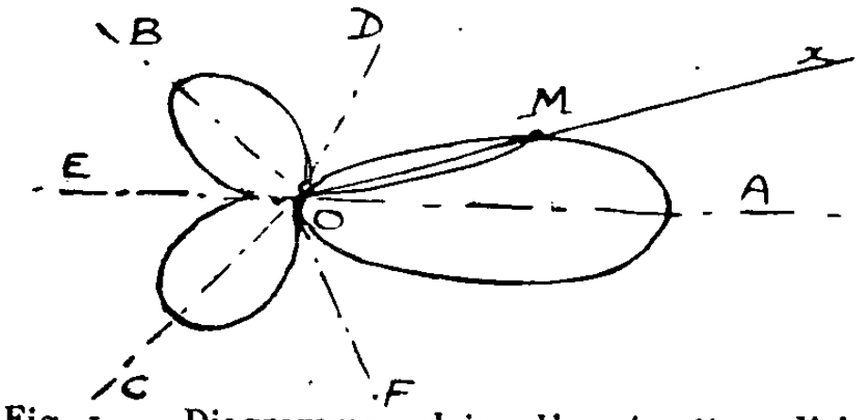


Fig. 1. — Diagramme polaire d'un émetteur dirigé.

Il s'agit de produire et d'utiliser une émission ou une réception *dirigées*, c'est-à-dire des systèmes d'aériens qui rayonnent ou reçoivent différemment dans les différentes directions. Pour représenter cette propriété directive, on trace le « diagramme polaire », du système, c'est-à-dire qu'on porte dans chaque direction Ox à partir de l'origine, une longueur OM proportionnelle à l'intensité du rayonnement transmis ou reçu dans cette direction (fig. 1).

Par exemple, sur la fig. 1, le système pré-

sente des maximums de rayonnement suivant OA, OB, OC ; des miminums suivant OD, OE, OF.

Pour réaliser de tels systèmes d'aériens, on groupe de façons convenables, plusieurs éléments d'antennes qui ne présentent pas de pouvoir directif par eux-mêmes.

Une antenne verticale, en effet, présente évidemment les mêmes propriétés dans toutes les directions horizontales ; son « diagramme polaire » est un cercle, tant à l'émission qu'à la réception.

Mais associons deux antennes verticales écartées de δ et parcourues par des courants en relation de phase donnée : la somme de rayonnements est différente suivant qu'on se place dans différents azimuts.

Par exemple supposons δ petit devant la longueur d'onde λ, et les courants en *opposition de phase* dans les 2 brins AA', BB'. Leur effet s'annule en tout point à égale distance des deux antennes, c'est-à-dire dans le plan Oy perpendiculaire au milieu de AB (fig. 2). En tout autre

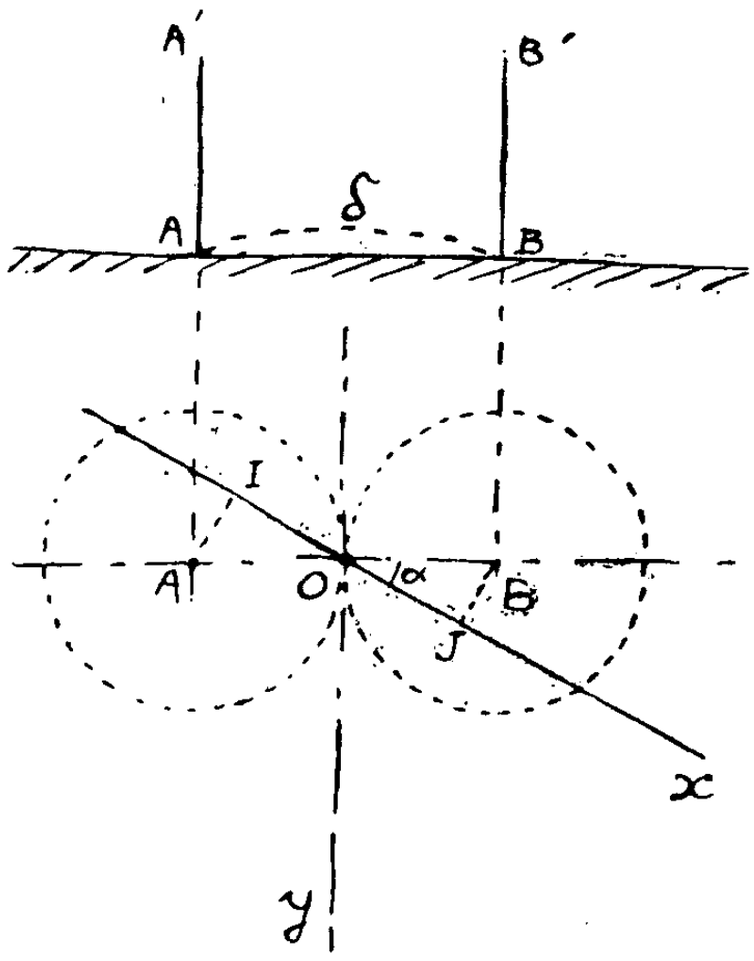


Fig. 2. — Combinaison de deux antennes.

point, M, l'effet est diminué, mais en raison de la différence de marche $IJ = \delta \cos\alpha$, l'opposition des deux rayonnements n'est que partielle, et il subsiste la fraction $\frac{2\pi\delta}{\lambda}\cos\alpha$. Le diagramme laire de cette combinaison est donc le lieu du point M tel que $OM = \left(\frac{2\pi\delta}{\lambda}\right)\cos\alpha = OC\ \cos\alpha$.

C'est un ensemble de deux cercles.

Comment réaliser simplement deux brins d'antennes parcourus par des courants opposés ? Puique la distance δ est petite devant λ, il suffit de réunir leurs sommets et leurs bases : on obtient ainsi le cadre fermé, et l'on peut faire plusieurs tours, ce qui augmente proportionnellement le rayonnement (fig. 3).

On retrouve ainsi ce résultat connu, base de

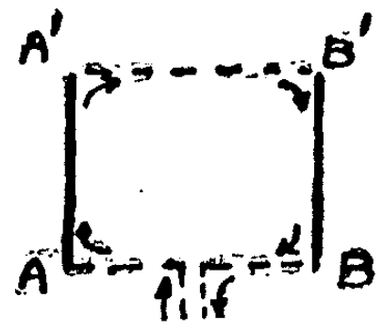


Fig. 3. — Cadre.

toute radiogoniométrie : le cadre reçoit ou transmet au maximum dans son plan : il ne reçoit ou ne transmet rien dans le plan perpendiculaire. Mais les brins horizontaux du cadre rayonnent aussi, et sont espacés de la même distance que la hauteur des antennes : il y a donc production d'un champ électrique horizontal, ou sensibilité au champ électrique horizontal provenant de certaines directions. Pour éviter cet inconvénient, on coupe les antennes par leur milieu et c'est en ce milieu qu'on amène les fils d'alimentation suivant le schéma de la fig. 4 ; les fils horizontaux étant soumis au même champ, et

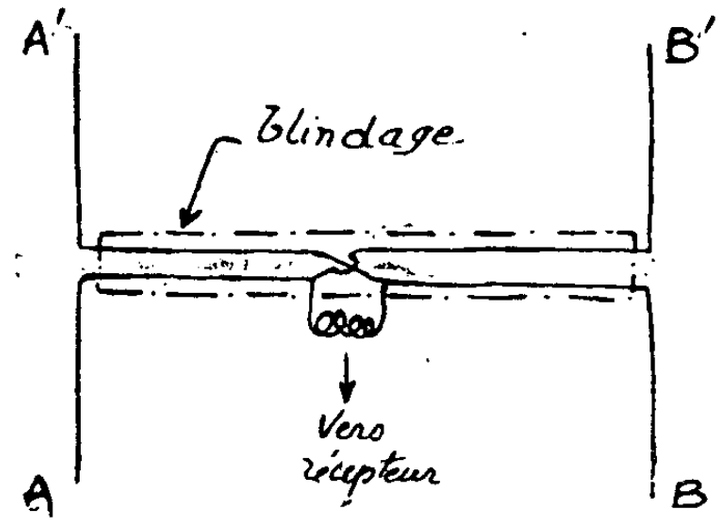


Fig. 4.
Radiogoniomètre à antennes verticales d'Adcock.

agissant en sens contraire ; pouvant, d'autre part, être blindés ; le rayonnement horizontal devient insensible. C'est le « radiogoniomètre à antennes verticales » d'Adcock, récemment fort étudié en Angleterre.

Enfin, l'on peut avoir recours à des combinaisons plus complexes ; de très grands nombres d'antennes groupées sont utilisées pour former les « rideaux réflecteurs » à ondes courtes. Ils sont un peu compliqués pour le guidage des mobiles.

Au contraire, une combinaison susceptible de plusieurs emplois est celle d'un cadre avec une antenne verticale ; en réglant la phase du courant entre ces deux organes, on peut obtenir que le rayonnement de l'antenne (cercle) se re-

tranche de celui du cadre, sur un des côtés, et s'ajoute sur l'autre (les deux cercles qui représentent le rayonnement du cadre (fig. 2), correspondent, en effet, à une inversion de phase). L'ensemble devient plus ou moins « unidirectionnel » et son diagramme prend la forme bien connue d'une « cardioïde » (fig. 5).

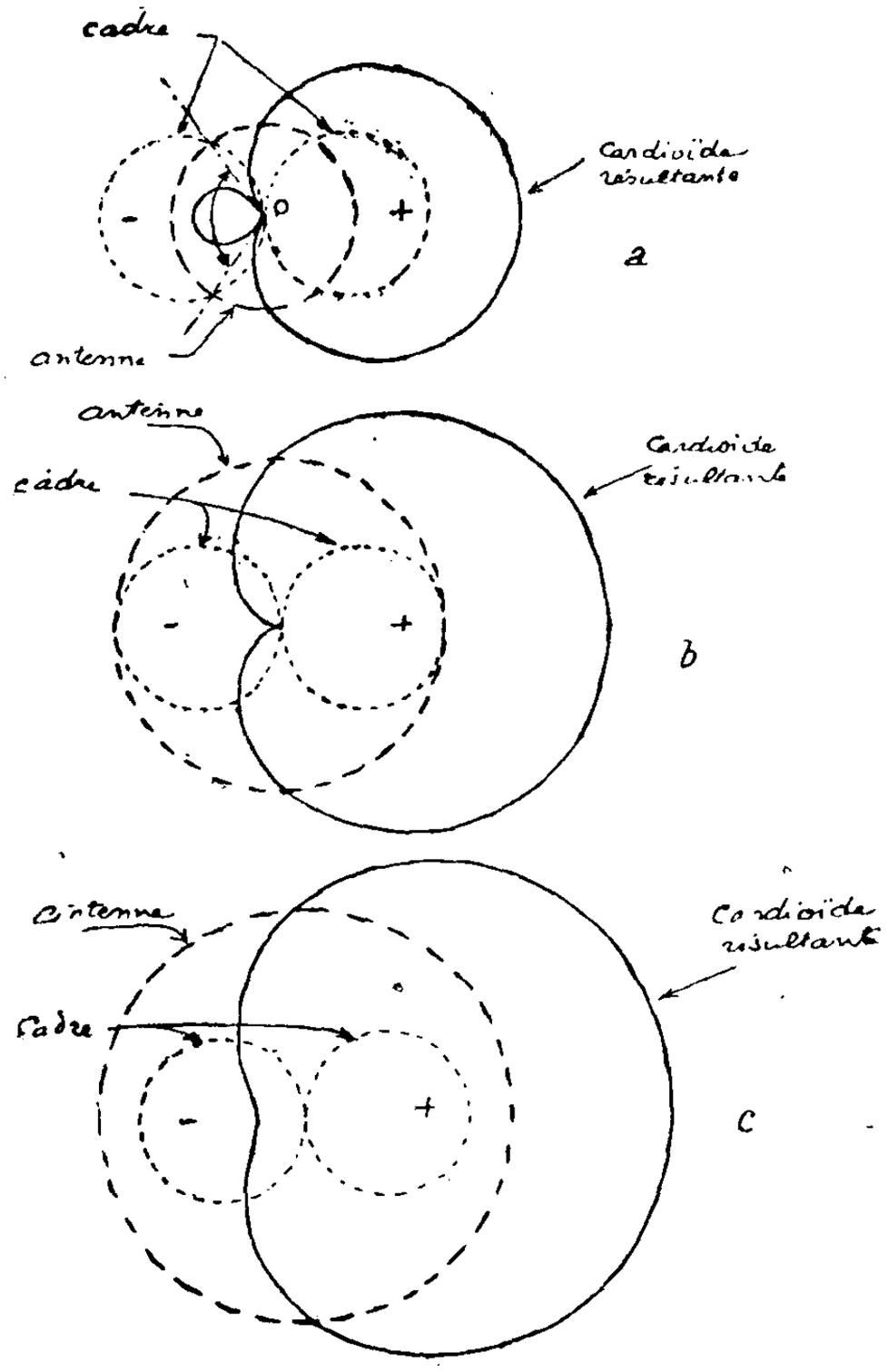


Fig. 5. — Combinaison d'un cadre avec une antenne de hauteur croissante : *a*, deux extinctions du même côté; *b*, une seule extinction à l'opposé maximum ; *c*. minimum sans extinction.

Nous verrons tout à l'heure comment ces différents systèmes sont utilisés pour le guidage : retenons pour l'instant, qu'il est relativement facile d'obtenir des maximums de rayonnement dans certaines directions, des minimums nuls dans d'autres : tel est le premier principe essentiel utilisé par tous les dispositifs.

Il en est un second, que l'on omet souvent d'expliciter : c'est que ces propriétés directives se maintiennent exactement à n'importe quelle distance des émetteurs ; autrement dit, que la propagation des ondes se fait régulièrement et en ligne droite ; que si le rayonnement est nul, par exemple, dans la direction Ox, la réception sera impossible en tout point de la droit Ox- (ou mieux, de l'arc de grand cercle terrestre tangent à Ox) ; et de même si l'on reçoit en O avec ce système d'antennes, on n'entendra rigoureusement aucun des postes situés dans la direction Ox.

Or, cette hypothèse fondamentale est sans doute vraie en première approximation, et très suffisante de jour et à faible distance — disons, par exemple, quelques kilomètres ou dizaines de kilomètres. Mais elle cesse de l'être : d'une part, quand on s'éloigne en terrain accidenté, où les falaises, montagnes..., les cours d'eau, les côtes... et, en général, tout ce qui provoque une variation dans la propagation, occasionnent des déviations et changements de direction des ondes ; d'autre part, même sur sol régulier, à certaines heures de nuit et surtout au lever et au coucher du soleil. Il est difficile de chiffrer l'importance de ces déviations, qui sont très irrégulières et très variables avec la longueur d'onde, l'heure et le lieu ; mais enfin, sur les ondes de l'ordre de 900 m., dès qu'on s'éloigne d'une centaine de kilomètres, elles peuvent atteindre plusieurs degrés, et, par suite, compromettre sérieusement la précision d'un guidage.

Sur les ondes « courtes » (inférieures à 100 m.), la situation est encore plus mauvaise ; les déviations apparentes sont généralement compliquées d'une « dépolarisation » des ondes, qui rend impossible tout relèvement, et de variations rapides d'intensité (« évanouissements », « fading ») qui introduiraient une grande incertitude dans le fonctionnement de presque tous les dispositifs de guidage. Sans insister sur ce point, je vous demanderai donc de retenir que la portée effective des radio-guidages, au-delà de quelques dizaines de kilomètres, peut se trouver fort limitée par de pures questions de propagation des ondes, surtout la nuit et sur terre (1).

Classement des différents procédés.

Les systèmes de guidage existants sont déjà si nombreux, qu'il faut bon gré mal gré, pour les exposer, adopter une méthode de classification. Cette méthode est plus ou moins arbitraire ; les mêmes idées ont été prises et retournées dans tous les sens, de telle sorte que deux systèmes partis du même principe, peuvent aboutir à des réalisations complètement différentes ; inversement, on voit se rejoindre dans la pratique des conceptions théoriques opposées. Chacun, suivant ses tendances, les

(1) La propagation est plus régulière sur mer ; peut-être aussi à une certaine altitude les erreurs sont-elles moins grandes qu'au sol.

groupera différemment ; les utilisateurs distingueront, par exemple, les procédés applicables aux navires ou aux aéronefs ; ceux qui guident dans toute une région, ou seulement le long d'une trajectoire bien définie ; ceux qui exigent diverses opérations à bord du mobile, et ceux qui mettent tout le travail à la charge des postes fixes, etc...

Le radiotechnicien classera plus volontiers suivant les caractères du système dirigé utilisé : systèmes fixes ou tournants, orientation faite à l'émission ou à la réception, repérage du minimum par balancement ou de l'égalité par enchevêtrement, etc.

J'utiliserai ici une classification de ce genre, sans aucune autre prétention que d'être commode : j'irai par ordre de complication croissante, du simple au complexe.

Nous examinerons donc d'abord les guidages utilisant un simple cadre et son minimum de rayonnement ; puis ceux à cadres croisés, à combinaison cadre-antenne, à antennes associées, etc.

1°) *Guidage par simple goniomètre.*

Cette méthode fut la première utilisée. Je la rappelle sommairement : supposons que le navire, par exemple, soit muni d'un cadre récepteur mobile autour d'un axe vertical, avec amplificateur lui permettant d'entendre à une distance convenable, les postes côtiers (fig. 6).

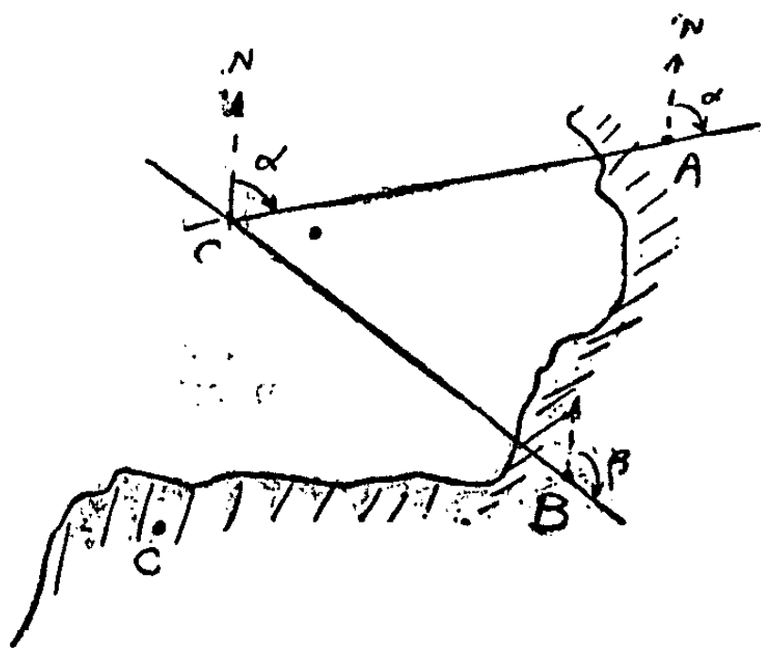


Fig. 6. — Principe des relèvements radiogoniométriques.

Mettons qu'à un instant donné il écoute le poste A. L'opérateur va déterminer la direction de A en tournant son cadre jusqu'à l'extinction : le poste A sera alors dans la direction perpendiculaire au plan du cadre. Il peut y avoir une indécision de 180°, généralement peu gênante, mais qu'on peut lever en associant pour un instant le cadre à une antenne, de manière à obtenir le diagramme en cardioïde (fig. 5), et à voir de quel côté se trouve le maximum.

Mesurant l'angle de cette direction, OA, avec le Nord, le navigateur connaîtra son gisement α ; et traçant sur la carte, à partir de A, la droite inclinée de cet angle, il aura un premier lieu de sa position (1). Recommençant avec un second poste B, il tracera une seconde droite et l'intersection de ces deux droites donnera la position cherchée. Bien entendu, il sera désirable, pour vérification, de recommencer encore une fois avec un troisième poste C, et de s'assurer que les trois droites, si elles ne sont pas exactement concourantes donnent un « chapeau » d'erreur acceptable.

On voit que c'est très simple en théorie ; on peut obtenir, dans de bonnes conditions, une précision de l'ordre du demi-degré pour chaque relèvement. Les avantages du système sont évidents :

D'abord, un petit nombre d'émetteurs A, B, C... peuvent être utilisés dans toute la région environnante indifféremment, et par un nombre quelconque et très grand, de goniomètres mobiles. On peut utiliser des émetteurs de trafic normal de radio-diffusion... ; il est préférable, pour la facilité du repérage et la sécurité des opérations, d'avoir des postes émetteurs spéciaux affectés à ce service pour envoyer, à heures fixes, des signaux aisément identifiés.

Grâce au Service des Phares et Balises, et notamment à M. Blondel, la France fut pourvue, dès 1911, de semblables émetteurs, appelés alors « radio-phares ». Les premiers furent installés aux îles de Sein et d'Ouessant pour signaler l'entrée du port de Brest ; ils fonctionnaient sur l'onde de 150 m. (amortie), d'une manière entièrement automatique, sans surveillance.

Leur nombre fut progressivement augmenté ; la longueur d'onde portée à 1.000 m. environ, et l'émission faite en ondes entretenues modulées ; à l'heure actuelle, le programme presque entièrement réalisé, comporte 25 radiophares « de brume », à portée 50 milles, émettant tous les quarts d'heure ; plus quatre radio-phares « de grand atterrissage », émettant toutes les heures, et audibles à 250 milles (voir carte générale, fig. 24).

L'Angleterre possède une quinzaine de postes semblables ; de même l'Allemagne, les Etats-Unis ; leur nombre total est évalué à 200 au moins, dans le monde.

Dans les mers étroites et fréquentées, ce service est extrêmement précieux, et les navires en font grand usage, même par temps clair ; environ 3.000 navires, (soit le dixième de tous ceux existants), sont pourvus de radiogoniomè-

(1) Je suppose ici que l'on opère sur un plan. Aux distances où la rotondité de la terre intervient, le tracé des relèvements est un peu plus compliqué ; les marins sont familiers avec ce genre d'opérations et se sont outillés spécialement.

tres. Généralement, le cadre et le poste T. S. F. sont installés sur la passerelle à côté du commandant, qui peut ainsi contrôler directement la valeur des renseignements fournis, (élément psychologique important). La masse conductrice du navire apporte aux relèvements une certaine perturbation, mais qui peut être connue pour chaque orientation par mesures préalables, et corrigée ensuite chaque fois.

Enfin, ce système est très souple, puisque les navires munis de goniomètres peuvent encore se relever entre eux, éviter les collisions, et se porter au secours en cas de détresse, ainsi que cela est arrivé mainte fois:

Il n'est pas cependant sans présenter quelques inconvénients, qui, peu sensibles en navigation maritime, deviennent sérieux en navigation aérienne. C'est que la présence à bord d'un radiogoniomètre représente un encombrement et un poids appréciables ; en outre, elle exige un opérateur spécialiste ; la prise des deux ou trois relèvements nécessaires, dure plusieurs minutes, pendanat lesquelles le déplacement d'un avion n'est pas négligeable ; enfin, ces relèvements sont beaucoup moins précis en l'air qu'à terre (4 à 3° en général, avec encore 25 % d'erreurs entre 5 et 10°), à cause de l'impossibilité de tenir le cap sans changement pendant la durée de l'opération, des bruits parasites apportés par l'allumage des moteurs, et qui masquent les extinctions, etc. Bref, si la méthode se recommande pour les dirigeables (tels que le *Graf-Zeppelin* allemand, le *R*-100 britannique...), et les avions très gros porteurs, où l'équipage comprend un radiotélégraphiste et où le poids n'est pas très limité ; elle est à peu près inapplicable aux petits avions de tourisme, de transport... Il a donc fallu trouver autre chose.

2°) *Guidage par réseau goniométrique fixe.*

Reprenons l'exemple de la fig. 6 et examinons une autre variante : supposons que A, B, ne sont pas des postes émetteurs, mais des postes récepteurs munis de goniomètres, et que le navire en *O* fait lui-même une émission dont les stations fixes repèrent la direction : elles peuvent ensuite communiquer au navire les gisements trouvés, ou même le résultat du recoupement, c'est-à-dire sa position.

En principe, la précision sera plutôt un peu meilleure que celle obtenue dans la variante 1°) parce que les stations terrestres peuvent s'équiper de radiogoniomètres plus soignés et plus précis, que les navires et surtout les avions. En particulier, on commence à employer (1) les goniomètres « à antennes verticales » (fig. 4), qui corrigent les effets du champ électrique horizontal et diminuent, dans des proportions importantes, les erreurs dues aux déviations de nuit.

D'autre part, voilà le mobile débarrassé du cadre et du soin de l'opération ; (on le suppose, en revanche, pourvu d'un émetteur assez puissant). Tout le travail est alors fait par les stations fixes ; pour qu'elles puissent s'alerter l'une l'autre, se communiquer les résultats, et les retransmettre rapidement, il faut qu'elles soient reliées directement entre elles, que leur personnel soit expérimenté et diligent. C'est tout un réseau coûteux et délicat à entretenir.

Enfin, il est clair que la méthode s'applique pour un seul poste mobile à la fois ; si le trafic est intense, chacun doit attendre son tour pour se faire goniométrer, ce qui deviendrait vite inacceptable.

Ayant ainsi quelques avantages et inconvénients complémentaires du premier, ce procédé est également d'emploi courant ; les navires non pourvus de goniomètres pour eux-mêmes, y ont souvent recours. Il existe sur les côtes de France et d'Algérie, seize stations spéciales affectées à ce service (fig. 24) ; l'Angleterre en a neuf ; l'Allemagne, trois ; les Etats-Unis, environ cinquante, etc.

Bien davantage encore le procédé est utile pour la navigation aérienne, puisque, comme je l'ai dit, peu d'aéronefs peuvent s'équiper de gonios à bord. En particulier, c'est ainsi que les avions des lignes continentales européennes se guident en cas de brouillard ; les stations de Le Bourget, Valenciennes, Croydon, Lympne, fonctionnent très fréquemment pour les avions Paris-Londres ; l'organisation du réseau est suffisamment étudiée pour que le délai nécessaire entre la demande de l'avion et la retransmission de la position cherchée, ne dépasse pas 2 ou 3 minutes. La position est déterminée à 1 ou 2 kilomètre près. D'autres stations fonctionnent sur d'autres aérodromes du territoire français (1). Il y en a une douzaine en Allemagne. En revanche, le procédé s'emploie peu aux Etats-Unis, qui préfèrent d'autres guidages, comme nous le verrons tout à l'heure.

3°) *Guidage par émetteur dirigé (cadre) tournant*

Les deux procédés ci-dessus utilisent les propriétés directives du cadre à la réception. En voici un, tout différent, qui les utilise à l'émission.

Supposons un poste émetteur qui débite, non pas sur une antenne, comme d'ordinaire, mais

(1) En Angleterre et en Belgique ; *un goniomètre de ce type est en cours d'installation à Strasbourg.*

(1) Voir carte fig. 24 ; plus en Afrique du Nord : Tunis, Bône, Alger, Oran, Casablanca ; en Corse : Ajaccio et bientôt Bastia.

sur un cadre. Le rayonnement sera moins grand ; mais surtout, il sera dirigé, maximum dans le plan du cadre et nul dans le plan perpendiculaire. Supposons que le cadre tourne régulièrement, par exemple à la vitesse d'un tour par deux minutes : tout récepteur placé dans le voisinage entendra son émission avec une intensité variable, et notera un zéro chaque fois qu'il se trouvera dans le plan perpendiculaire au cadre, c'est-à-dire une fois par minute (fig. 7).

Ceci posé, imaginons qu'un signal spécial soit

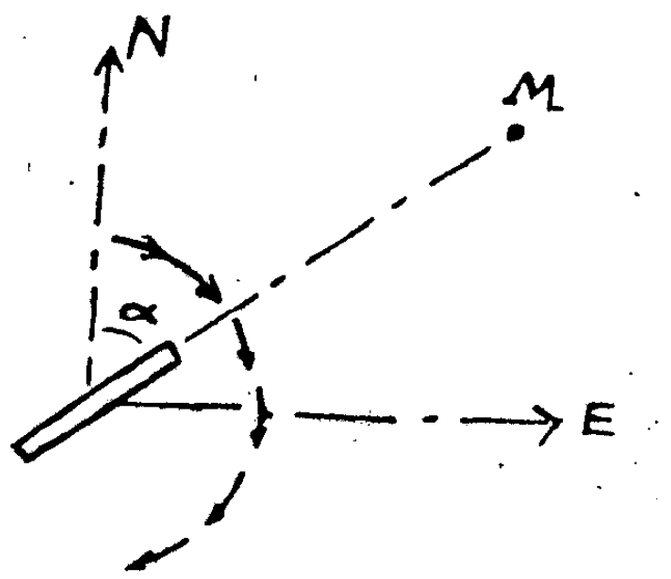


Fig. 7.
Principe de guidage pour cadre émetteur tournant.

émis dans le cadre à l'instant précis où il est dans le plan du méridien, Nord-Sud ; un autre distinct, à l'instant où il se trouve dans le plan Est-Ouest.

Quelle que soit sa position, le navigateur entendra toujours l'un au moins de ces signaux-repères ; il lui suffira de compter le temps qui s'écoule entre ce signal et l'*extinction* apparente pour lui ; il en déduira l'angle dont a tourné le cadre, c'est-à-dire son propre gisement par rapport à l'emplacement du poste émetteur. Il aura ainsi la même information que s'il avait goniométré ce poste, mais il n'a pas besoin d'autre chose que d'un récepteur quelconque, et d'un compte-secondes : donc grosse simplification d'installation, à bord.

Bien entendu, on a, par contre, un système d'émissison assez compliqué. Pour rayonner une énergie appréciable, il faut un cadre relativement grand, et une intensité notable : la rotation permanente de l'ensemble, avec une vitesse bien régulière, n'est pas aisée à réaliser. On a pensé à remplacer le cadre mobile par l'ensemble de deux cadres fixes perpendiculaires alimentés par deux bobines, également perpendiculaires, et entre lesquelles on fait tourner un cadre mobile de dimensions bien plus petites : il est facile de voir que le déphasage résultant produit l'effet directif identique à celui de la rotation d'un cadre (c'est le système bien ancien Bellini Tosi). Mais la symétrie des deux cadres est difficile à obtenir et à conserver. D'autre part, il faut éviter toute variation d'intensité ou de fréquence au cours de la rotation ; enfin le « faisceau » peut, comme à la réception, subir des déviations locales (obstacles, nappes de fils enterrées, etc.).

Ce type de radio-phare a été très étudié en Angleterre, sur un appareil installé à Fort-Monkton. La précision a été déterminée avec soin dans toutes les directions ; un appareil spécial a été construit pour permettre sa surveillance à distance.

Un autre vient d'être établi en France par la Société française Radio-Electrique, à Abbeville, pour les services de la navigation aérienne. Il comporte deux cadres fixes supportés par un mât de 45 m. ; la puissance haute fréquence est de 2,3 kw. environ. Aux essais, la précision a été trouvée de l'ordre de 2,5 degrés. Il est destiné aux avions de la ligne Paris-Londres.

4°) *Alignement fixe (balisage) par émissions égales.*

Tandis que les méthodes précédentes permettaient le guidage dans toute la région autour der émetteurs, nous abordons ici un cas particulier, différent, extrêmement important : le balisage d'une route rectiligne *fixe.*

La première idée qui vient à l'esprit est sans doute d'orienter suivant cet axe fixe, le maximum ou le minimum d'un cadre émetteur fixe : le mobile devant alors se guider par simple écoute, sur la réception maxima ou minima.

Un tel dispositif présente deux inconvénients : d'abord, les maxima des diagrammes de rayonnement sont beaucoup trop flous pour donner une précision convenable ; quant aux minima, ils sont bien plus aigus, mais on ne peut se guider sur une extinction, puisque par hypothèse on n'entend rien tout le temps où l'on est sur la bonne route ; il faudrait s'en écarter exprès pour entendre l'émission, ce serait très incommode.

Un autre inconvénient est, qu'il ne suffit pas de savoir si on s'écarte de la bonne route, il faut en outre savoir dans quel sens, et de quel côté on doit corriger ; sinon, il faudrait passer son temps à des embardées successives.

Ainsi donc, il faut, le long de la route, une réception *appréciable*, et sur les côtés, une variation *rapide* caractéristique du côté.

Pour obtenir ces résultats, un simple cadre ne suffit pas à l'émission. Il en faut deux : c'est le système « à cadres croisés ».

Soit (fig. 8) deux cadres (1) et (2) verticaux, faisant entre eux un certain angle (1), dont la bissectrice est dirigée suivant l'axe à baliser, B.

Leurs diagrammes de rayonnement étant symétriques par rapport à cette bissectrice,

leurs émissions seront reçues avec une force égale sur l'axe à baliser.

Au contraire, si l'on s'écarte de cet axe, l'une des deux augmente, l'autre diminue: il y a donc variation rapide ; et, tandis que sur l'un des

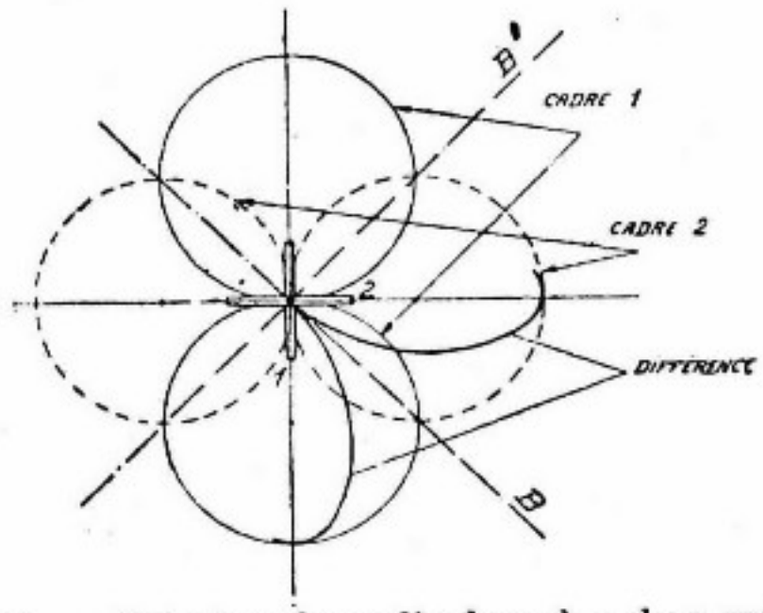


Fig. 8. — Principe du radiophare à cadres croisés.

côtés c'est l'émission du cadre (1) qui l'emporte, sur l'autre côté ce sera celle du cadre (2). On pourra donc distinguer ces deux côtés si les deux émissions présentent des caractères différents.

Le navigateur pourra donc être muni d'un récepteur quelconque ; tout ce qu'on lui demande sera de comparer constamment la force des deux émissions (1) et (2).

Cette comparaison peut se faire à l'oreille, et pour la rendre commode et précise, on a recours à l' « enchevêtrement » des signaux; c'est-à-dire que les deux cadres transmettent la même onde modulée à la même fréquence, mais *alternativement*, les signaux de (2) étant la contre-manipulation de ceux de (1), et inversement (fig. 9). Sur la bonne route, les signaux

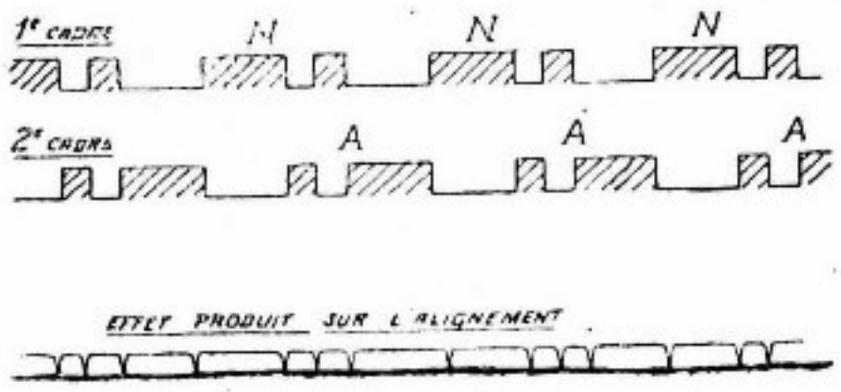


Fig. 9. — Principe de l'enchevêtrement des signaux.

étant d'égale force, se suivent sans discontinuité et l'on entend *un trait continu* ; si l'on s'écarte du côté (1), les signaux (1) prédominent et se détachent sur le fond (ce seront par exemple des NNN) ; de l'autre côté ce seront ceux de (2), (donc des AAA).

(1) En principe cet angle n'est pas nécessairement droit ; en pratique il l'est, pour raisons de commodité ; c'est ce que nous supposons sur la figure.

La comparaison peut aussi se faire au moyen d'un appareil à indications visuelles. On transmettra alors en permanence avec les deux cadres, mais avec des modulations différentes ; mettons, par exemple, 65 et 86,7 p : s. Après le récepteur on placera deux petites lames vibrantes accordées sur ces fréquences : chacune étant sensible à la modulation de l'un des cadres, si leurs amplitudes sont égales, on sera sur la bonne route ; si l'une des deux prédomine elle indique de quel côté on s'est écarté (1). Le pilote, dégagé de toute servitude, n'a qu'à donner un coup d'œil sur son indicateur pour être instantanément renseigné quand il en a besoin (fig. 10). En outre, les signaux de guidage à

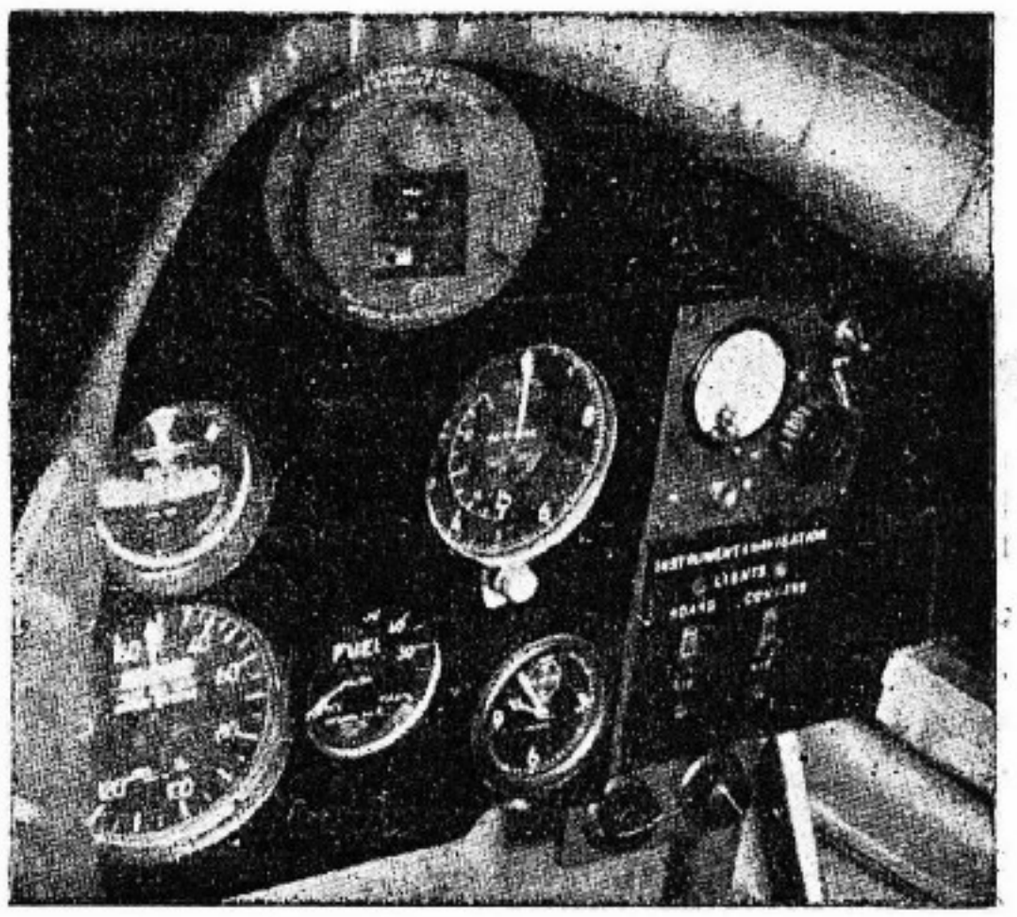


Fig. 10. — Indicateur de route à lames vibrantes à bord d'un avion. (L'indicateur est à la partie supérieure ; les lames sont les petits rectangles blancs juxtaposés dans une ouverture sombre.

fréquence sub-audible peuvent être superposés à la modulation téléphonique sans gêner celle-ci.

Ce système, essayé aux Etats-Unis depuis 1921, y a fait de notables progrès, et s'y trouve maintenant presque exclusivement employé pour jalonner les routes aériennes. Le *Bureau of Standards* semble avoir fait de grands efforts pour sa mise au point définitive. L'équipement réalisé comprend des stations d'émission de 2 kw., avec maître-oscillateur unique et un amplificateur distinct pour chaque cadre ; un récepteur spécial à commande unique a été établi, avec indicateur visuel distinct à placer sur le tableau de bord sous les yeux du pilote. La portée utile dépasse 150 km.

En France, deux radio-phares basés sur les

(1) On a aussi réalisé un indicateur à aiguilles

mêmes principes ont été mis en fonctionnement pour jalonner la route Paris-Londres ; le premier, établi en 1929, par la Société d'Entreprises électrotechniques, est situé à côté du Bourget ; d'une puissance analogue aux types américains, il s'en distingue par quelques détails de construction (deux émetteurs distincts avec télé-réglage ; lettres manipulées F et L). Avec réception au son, la précision est de l'ordre de : 1° de part et d'autre de l'axe (1). On a essayé actuellement de lui adjoindre un dispositif de double modulation (par condensateurs tournants), permettant d'actionner l'indicateur visuel, type du *Bureau of Standards*. Un phare analogue est projeté à Lyon. Le second, qui vient d'être établi, est celui d'Abbeville, dont il a été question plus haut, et qui peut, en effet, fonctionner soit en émetteur « à cadre tournant », soit en donnant un alignement fixe, sur lequel la précision est encore de l'ordre du degré.

La grande simplicité de l'appareillage de bord, avec ce système, est encore ici compensée par quelques inconvénients. En particulier en voici deux très gênants :

D'abord le guidage n'est exact que si les deux émissions sont rigoureusement identiques, en fréquence, intensité, et profondeur de modulation ; toute inégalité dans les cadres (déréglage, déformation ou avarie accidentelle), fausse la symétrie, et par suite, déplace l'axe balisé. (D'après calculs et observations de Clériot, une erreur de 3° est très possible.)

En second lieu, le phare donne lieu non pas à une seule direction de guidage, mais à deux à angle droit (les deux plans bissecteurs jouissent des mêmes propriétés), dont l'une est généralement inutile et même nuisible ; en outre, cette émission modulée permanente produit un brouillage relativement intense aux environs.

Nous allons voir comment on peut porter remède à ces inconvénients.

5°) *Variantes et Perfectionnements du précédent.*

Les Américains ont cherché, ou bien à supprimer les directions de guidage inutiles, ou bien à les modifier pour les rendre utilisables.

On peut y arriver de plusieurs façons :

Une première remarque est celle-ci : un aérodrome, en général, est à la fois sur plusieurs routes aériennes ; la présence de plusieurs axes balisés est donc utile, à la condition essentielle que ces axes ne soient pas invariablement à angle droit, mais puissent être *orientés à volonté*, suivant n'importe quelle direction. Par exemple, au Bourget, on en aurait un vers Londres, un autre vers Bruxelles, un troisième vers Strasbourg, etc.

Or, il est aisé de modifier le diagramme polaire du radiophare de manière à obtenir ce résultat : il suffit de rendre inégales les émissions des deux cadres, en intercalant une résistance dans l'un d'eux — ou bien de superposer le rayonnement uniforme d'une antenne supplémentaire (fig. 11 et 12).

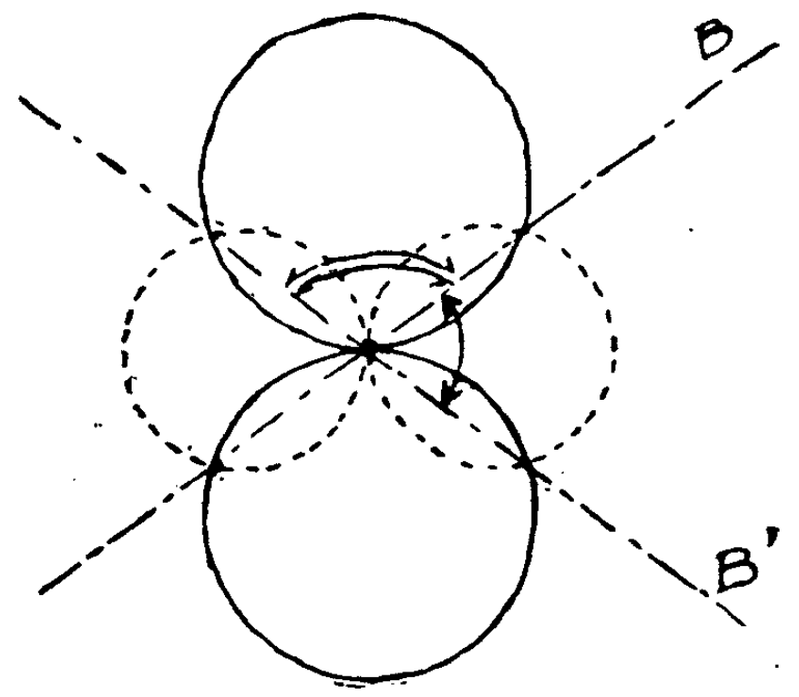


Fig. 11. — Balisage d'axes BB' *non* perpendiculaires par cadres à émissions inégales.

Dans le cas du phare à indication visuelle par double modulation, il suffit, ou de rendre les deux modulations inégales, ou de transmettre

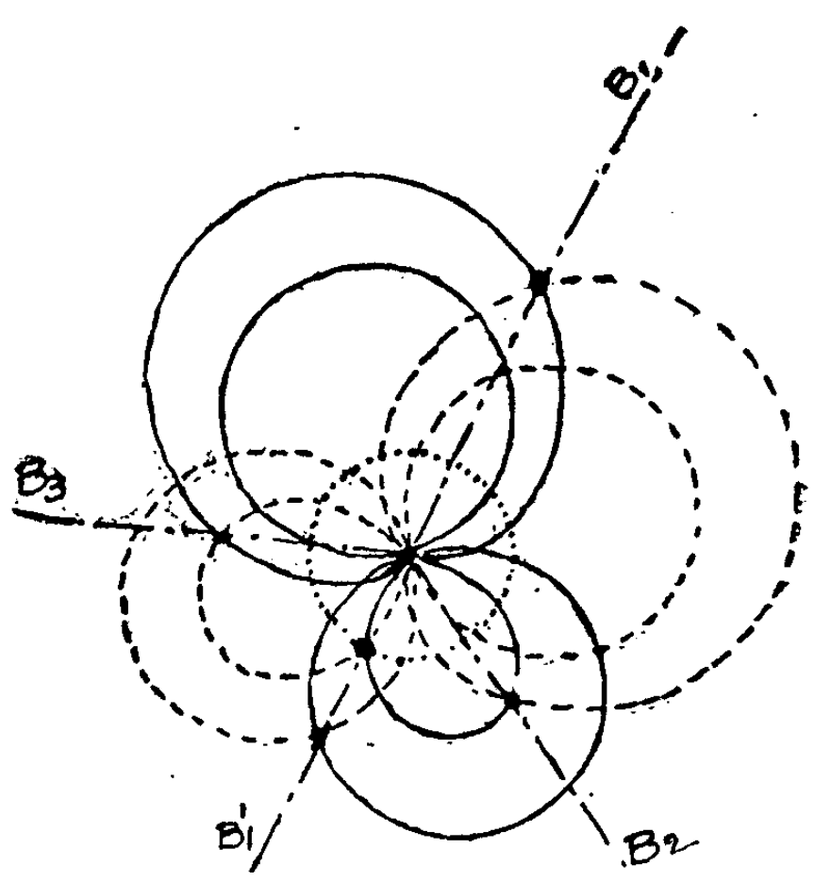


Fig. 12.
Balisage d'axes B_1 B_2 B_3 par deux cadres et une antenne.

l'une des modulations par une antenne supplémentaire.

Ce système peut paraître délicat ; il exige le

(1) Réception sur antenne fixe ; l'antenne pendante, à cause de son obliquité, introduit des erreurs notables quand l'avion coupe l'axe.

maintien d'une inégalité constante entre les émissions. En outre, il existe des limites au déplacement angulaire possible des faisceaux, et la portée, comme la précision, s'en ressentent. Néanmoins, il a été réalisé aux aérodromes de Bellefonte et de Hartley-Field, avec des résultats satisfaisants.

Une seconde variante — qui est si l'on veut un cas particulier de la précédente — consiste à superposer au rayonnement des deux cadres, celui d'une antenne, de manière à l'éteindre entièrement dans une direction, et à le renforcer dans la direction opposée.

On a alternativement deux « cardioïdes » (fig. 13). C'est très utile lorsque le phare se

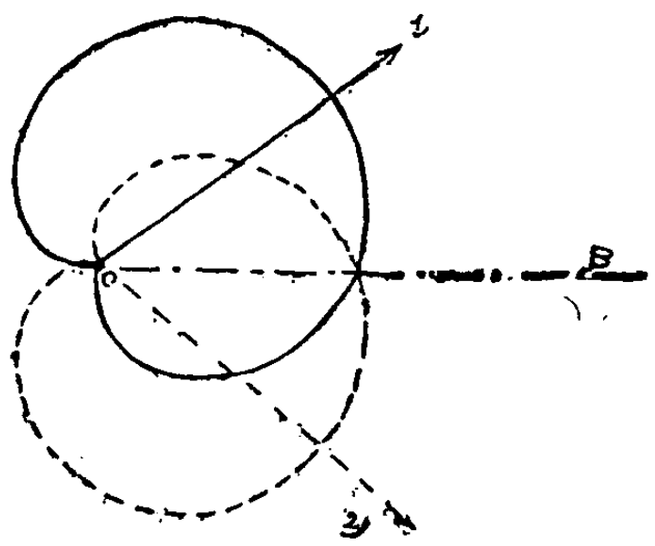


Fig. 13.
Balisage d'un axe d'un seul côté B par deux cadres et une antenne.

trouve au terminus d'une route ; le faisceau de guidage se trouvant alors brusquement interrompu au-dessus du terrain, le pilote ne risque pas de le dépasser et de continuer dans l'autre moitié du faisceau. — Ce système a été essayé en 1928 à College-Park (Etats-Unis).

Une nouvelle simplification, donnant des résultats un peu différents et quelques nouveaux

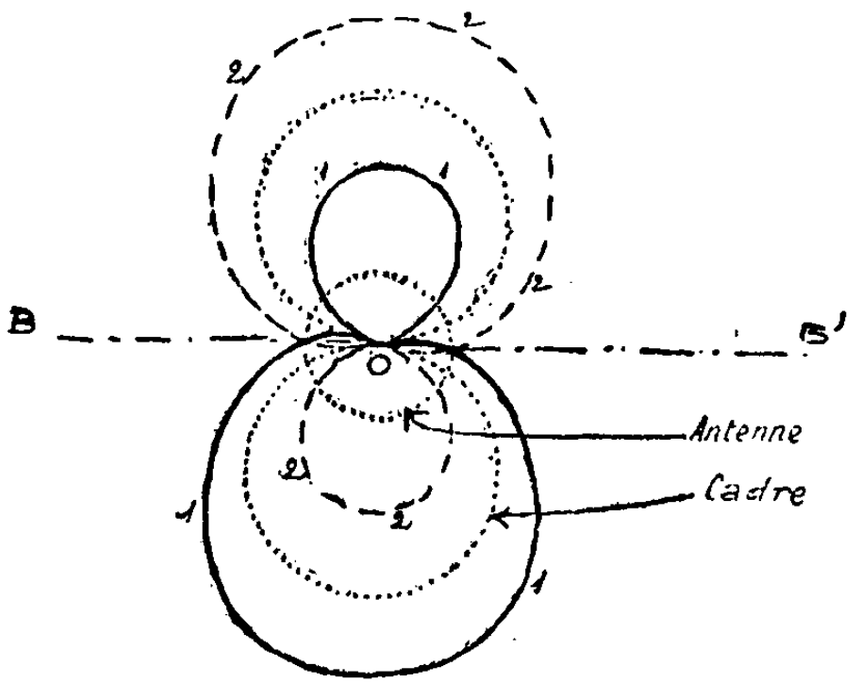


Fig. 14.
Balisage d'un axe unique BB' par un cadre et une antenne (avec inversion de phase).

avantages, a été imaginée et essayée en France, par le Service des Phares et Balises. Elle consiste (fig. 14), à opérer avec un seul cadre et une antenne. Pour un courant de phase donnée dans l'antenne, on aura par exemple le diagramme de rayonnement en cardioïde n° 1. *Inversons la phase* dans l'antenne (en intervertissant les connexions d'alimentation) ; le diagramme change de côté, et l'on obtient la cardioïde n° 2. Ces deux courbes se coupent sur l'axe de symétrie XX'. Si donc l'inversion de phase dans l'antenne est faite périodiquement comme une manipulation, on aura égalité des sons et effet d' « enchevêtrement » des signaux le long de l'axe XX', qui sera l'axe balisé *unique*.

Non seulement on aura ainsi éliminé l'axe perpendiculaire nuisible, produit avec les cadres croisés, mais encore ce nouveau dispositif est bien moins sujet aux erreurs, car un changement d'intensité dans le cadre ou dans l'antenne, s'il modifie la forme individuelle de chaque cardioïde, ne modifie pas leur axe de symétrie. Le système se prête donc particulièrement bien aux guidages très préci., comme celui de l'entrée d'un navire dans une passe ; pour avoir une variation très rapide d'intensité pour de petits déplacements du récepteur, on rendra l'émission de l'antenne très faible devant celle du cadre, de manière à faire couper les cardioïdes dans une portion où leur angle est faible (ceci, bien entendu, au détriment de la portée). Les expériences faites à La Pallice ont donné, dans ces conditions, la précision tout à

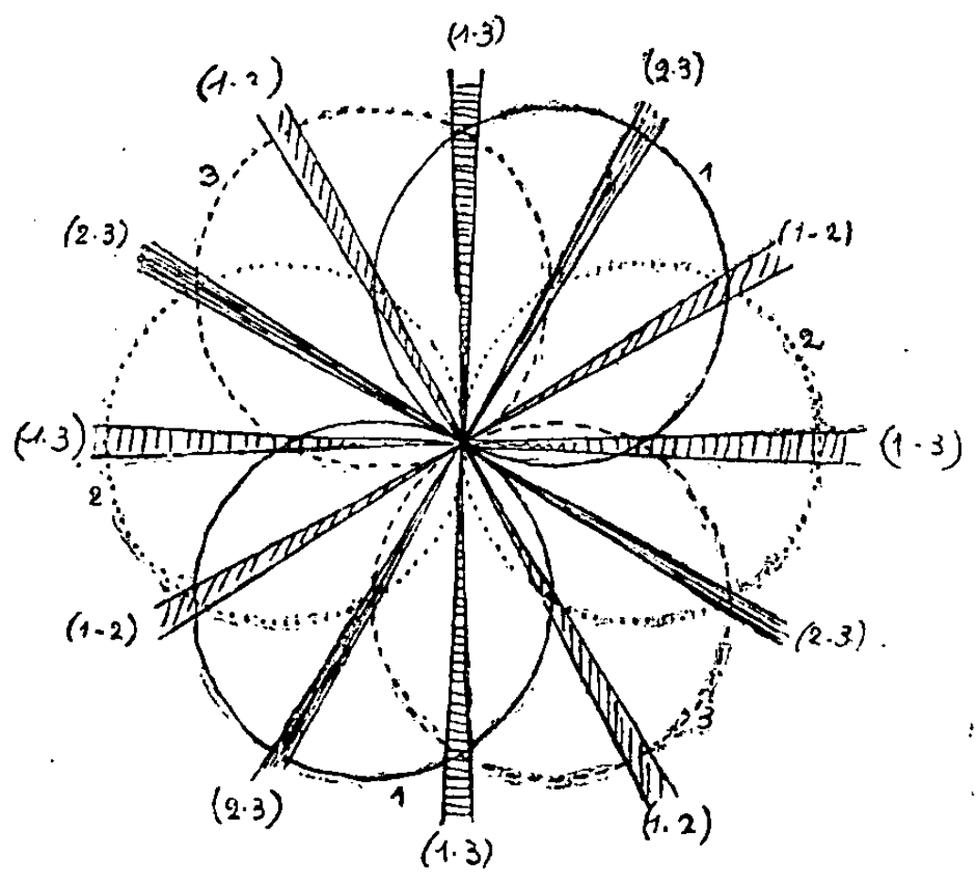


Fig. 15. — **Réalisation de 12 faisceaux de guidage avec 3 cadres à 120°.**

fait remarquable de 2 à 5 minutes à la distance de 15 kilomètres environ.

Ce système sera sans doute prochainement mis en service.

Voici, enfin, une dernière variante du principe des « émissions dirigées égales ». Supposons un aérodrome fréquenté par des avions

venant dans toutes les directions ; il sera intéressant de leur fournir un guidage, dans un nombre de secteurs distincts assez grands pour qu'ils puissent toujours en utiliser un sans se détourner notablement de leur route. Mettons, par exemple, tous les 30°, c'est-à-dire avec 12 faisceaux. On pourrait y arriver en juxtaposant trois radiophares à cadres croisés, orientés différemment ; mais il est beaucoup plus simple d'employer un seul radiophare multiple dans lequel le nombre des cadres sera porté à *trois*, dans trois plans à 120° (fig. 15). Chaque ensemble de deux cadres se comportera comme un phare distinct et permettra le guidage dans ses deux plans bissecteurs ; comme il y a trois ensembles possibles de deux cadres, on aura bien en tout 12 axes balisés. La difficulté sera de s'y reconnaître pour les distinguer : la solution américaine est d'avoir une modulation spéciale à chaque cadre, par exemple 65 ; 86,7 ; 108,3 p/s ; et à la suite du récepteur, trois lames vibrantes accordées sur ces fréquences. Pour se guider suivant la bissectrice des cadres 1 et 2, on maintiendra égale l'amplitude des lames 1 et 2, *sans s'occuper* de la lame 3; etc. Un ingénieux système de caches et de volets colorés, permet au pilote d'éviter toute erreur.

Il est évident que le montage de l'émetteur, avec trois cadres identiques entre lesquels il faut éviter tout déphasage et tout couplage nuisibles, n'est pas aisé. Le Bureau of Standards semble avoir surmonté ces difficultés et annonce que le phare de ce système, monté pour essais à College-Park, a bien donné les résultats escomptés avec une portée de l'ordre de 150 kilomètres.

(*A suivre.*)

COUP D'ŒIL SUR L'HISTOIRE DE LA MÉTÉOROLOGIE (1)

par le Commandant J. ROUCH

(*Fin*).

La dépression barométrique. — Dès qu'on fut en possession d'une collection assez nombreuse de cartes d'isobares, on remarqua que toutes les cartes se ramènent à deux types principaux, dont le caractère est de présenter des isobares fermées :

1° La *dépression barométrique*, ou le *cyclone* (ce dernier terme a été adopté pour la première fois par Piddington), dans lequel les isobares sont disposées comme des courbes de niveau d'un terrain en cuvette ;

2° *L'anticyclone*, où les isobares sont disposées comme les courbes de niveau d'un sommet arrondi.

La dépression barométrique, considérée comme un phénomène météorologique nettement caractérisé, ayant une influence prédominante sur tous les éléments atmosphériques, a fait l'objet d'innombrables travaux depuis le milieu du siècle dernier. Les météorologistes se sont attachés à définir de mieux en mieux ses caractères, à étudier sa propagation, et on peut dire que toute la science météorologique moderne se ramène à la connaissance de la structure des dépressions barométriques. C'est parce que cette connaissance est loin d'être parfaite, que la météorologie tout entière n'est encore qu'une science en formation, qui ne s'est pas encore débarrassée complètement de l'empirisme d'autrefois.

Clément Ley, en 1879, Abercromby, en 1887 ont décrit en détail le temps qu'il fait dans une dépression barométrique ; le croquis qu'ils ont dessiné a été considéré longtemps comme classique.

Autour du centre de la dépression, les vents conformément à la loi de Buys-Ballot, tournent dans notre hémisphère en sens inverse des aiguilles d'une montre. Une aire de pluie ou de neige coïncide grossièrement avec le centre de la dépression. Cette aire de pluie est elle-même entourée d'un anneau de nuages. La pluie et les nuages s'étendent plus loin à l'avant du centre qu'à l'arrière. On observa avec soin la forme des nuages dans chaque secteur de la dépression ; cette étude n'est pas terminée à l'heure actuelle : d'habiles observateurs ne cessent de faire des remarques intéressantes sur les successions nuageuses, et de proposer des règles à ce sujet.

D'autres savants (Ferrel, Mohn, etc.), cherchèrent à déterminer avec précision la direction du vent dans chaque secteur ; d'autres, (Brounow), la température ; d'autres (Van Bebber, Rykatchew, Köppen) s'attaquèrent au problème

(1) V. *Revue Scientifique* du 12 septembre 1931.

de la trajectoire des dépressions et en tracèrent des cartes.

On a cru longtemps que la vitesse du vent se combinait avec la vitesse de la dépression sur sa trajectoire. Marié-Davy développe nettement cette idée dans son *Traité de Météorologie* (1866). Or, des observations plus complètes ont montré que cette combinaison géométrique n'existe pas: le mouvement de l'air, dans la dépression se produit à sa manière propre, comme si le tourbillon n'avait pas de mouvement de translation. La dépression ne se déplace pas en bloc comme un tourbillon de rivière ou de poussière, mais plutôt à la manière d'une houle, qui met successivement en mouvement les molécules d'eau sans les transporter avec elle.

La représentation de la dépression entourée d'une distribution d'éléments météorologiques se modifiant de proche en proche autour du centre ne résista pas non plus à un examen approfondi des cartes synoptiques. Au lieu d'être progressives, les modifications qu'observe une station sous l'influence d'une dépression sont souvent subites ; des masses d'air d'origine, de vitesse, de température, d'humidité différentes se substituent sans transition aux masses d'air précédentes ; la limite entre ces masses d'air est orientée sensiblement suivant un rayon de la dépression, si bien qu'une distribution radiale des éléments rend mieux compte des faits qu'une distribution circulaire.

D'après des études récentes, en effet, commencées par Shaw en Angleterre, continuées par Bjerknes en Norvège, la dépression barométrique est le résultat du voisinage, du conflit de deux courants opposés, un courant chaud et un courant froid, nettement séparés en l'air par des surfaces de discontinuité très peu inclinées sur l'horizon, et à la surface de la terre par des lignes de discontinuité déterminées par l'intersection de ces surfaces de discontinuité avec le sol. Les lignes de discontinuité délimitent des *fronts chauds* et des *fronts froids*.

Déjà, au début du XIX^e^ siècle, Dove professait que le courant équatorial et le courant polaire se disputent l'atmosphère et dans leur lutte engendrent les tempêtes.

La dépression des régions tempérées consisterait donc dans une avance du courant équatorial dans le courant polaire ; celui-ci réagit aussitôt, tend à rejeter vers le haut le courant équatorial plus léger, à reprendre la place qu'il a dû lui céder, et à supprimer la dépression. Dans cette lutte, d'autres points faibles apparaissent dans le courant polaire, le courant équatorial en profite aussitôt, et ainsi prennent naissance des successions, des familles de dépressions.

Ces considérations restent un peu théoriques; les fronts ne présentent pas toujours des caractères nettement tranchés ; les exceptions sont assez nombreuses et pour les faire entrer dans le cadre des règles générales, on a imaginé des pseudo-fronts, des interférences de fronts, des pseudo-discontinuités, des fronts froids réchauffés, des fronts chauds refroidis, etc.

Certains météorologistes sont allés encore plus loin dans la destruction du schéma classique de la dépression barométrique accompagnée des vents tourbillonnaires : ils ont nié purement et simplement l'existence de la dépression barométrique. Pour eux, ce n'est pas la valeur de la pression barométrique qui est importante, mais la variation de la pression barométrique. Aux isobares, ils ont substitué les isallobares, qui sont les courbes qui passent par les points où les différences de pression en un intervalle déterminé ont la même valeur. Les isallobares se groupent comme les isobares en systèmes fermés, que les météorologistes français appellent des *noyaux de variations ;* ces noyaux se propagent assez régulièrement d'un endroit à l'autre, et en se superposant à la distribution barométrique existante, au champ de pression, comme l'on dit, ils déterminent une nouvelle distribution souvent très différente de celle qui existait auparavant. C'est ce qui explique qu'il soit parfois si difficile de suivre la marche d'une dépression d'une carte à l'autre, car sa forme a complètement changé.

Aux noyaux de variations, on a pu rattacher des zones de pluies et de nuages, comme on en avait rattaché aux isobares, ce qu'on a appelé des systèmes nuageux, paraissant eux aussi conserver une certaine individualité dans leurs déplacements.

Mais d'autres météorologistes objectent que c'est la distribution isobarique et non isallobarique qui commande la direction des vents, car la loi de Buys-Ballot ne peut être mise en discussion, et que, comme le vent reste le facteur principal du temps, il est plus logique de rattacher celui-ci aux formes isobariques, qu'aux isallobares.

Ce simple énoncé rapide des idées modernes sur la structure des dépressions barométriques montre que les difficultés s'accumulent à mesure que progresse la science, car nous sommes en présence, dans les régions tempérées, d'un phénomène beaucoup plus complexe que le cyclone tropical, dont l'étude avait servi de base aux premières théories.

Les anticyclones et les types de temps. — Lorsqu'on étudie la suite des phénomènes météorologiques dans les régions tempérées, on ne peut manquer d'être frappé du fait suivant : Bien que le temps soit très variable d'un jour à l'autre, il arrive très fréquemment que des périodes assez longues présentent un caractère particulier : des mauvais temps se succèdent pendant des semaines, tandis qu'il fait beau pendant une suite d'autres semaines.

Si l'on examine les cartes synoptiques pen-

dant les périodes correspondantes, on constate facilement que les anticyclones ont gardé sensiblement la même place, et l'on peut dire que que ce sont eux qui fixent le type général du temps.

Le météorologiste français Teisserenc de Bort, à qui on doit les premières recherches dans cet ordre d'idées (1881), a donné à ces anticyclones le nom de *centres d'action de l'atmosphère*. Pour notre hémisphère, les principaux centres d'action de l'atmosphère sont la zone des fortes pressions, qui se trouve au nord du tropique, et qui se subdivise en maximum de l'Atlantique central ou maximum des Açores, maximum de l'Amérique du Nord, maximum d'Asie (qui n'existe pas en été), maximum du Pacifique central ou maximum des Sandwich. Sur les cartes synoptiques, ces anticyclones se retrouvent presque toujours avec quelques variations qui ne les rendent méconnaissables ; et comme ils commandent la circulation des vents sur une grande étendue, ils jouent un rôle capital sur la circulation de l'atmosphère. Ils sont aussi un des facteurs déterminants de la trajectoire des tempêtes, qui généralement les contournent, en les laissant à leur droite. Les anticyclones influent de la même façon sur le déplacement des noyaux de variations.

Les centres d'action sont en relation les uns avec les autres. La pression barométrique ne peut évidemment pas varier dans le même sens sur toute la surface de la terre : cela correspondrait à un accroissement ou à une diminution de la masse totale de l'atmosphère. Il doit y avoir compensation entre les différents centres d'action. A ce genre de recherches est attaché le nom de Hildebrandsson, qui a eu de nombreux continuateurs, et la littérature météorologique s'est enrichie pendant ces dernières années de nombreux mémoires, qui étudient les variations simultanées ou successives des éléments météorologiques dans les différentes régions de la terre. Certaines de ces variations sont très curieuses : par exemple, la pluie à Java est inverse de la pression barométrique observée au Cap de Bonne-Espérance l'année précédente.

L'Atmosphère supérieure. — Les observations faites seulement à la surface du sol ne peuvent donner que des renseignements très incomplets sur l'atmosphère. Il faut l'explorer en altitude.

Les premières mesures des éléments atmosphériques en altitude furent faites en montagne ; leur initiateur fut sans doute Pascal, par ses mémorables observations de 1648, au sommet du Puy-de-Dôme sur la pression barométrique. C'est d'après les observations de montagne que Laplace a établi la formule qui porte son nom, et qui permet soit de calculer la hauteur d'un observateur en fonction de la décroissance de la pression barométrique, soit de ramener la pression barométrique à une altitude donnée connaissant la hauteur à laquelle elle a été observée.

Les observations de montagnes permirent aussi d'acquérir les premières notions des variations de la température, de l'humidité, du vent avec l'altitude.

Les observations en montagne ne donnent pas les conditions exactes de l'atmosphère libre. Une deuxième étape de l'exploration de la haute atmosphère fut franchie à l'aide des ballons libres montés. Toutes les célèbres ascensions qui eurent lieu au siècle dernier rapportèrent des observations pleines d'intérêt.

Mais les ballons libres montés ne peuvent être employés par tous les temps. Les ascensions sont plutôt rares, l'altitude atteinte est généralement faible, sauf dans des cas exceptionnels comme l'ascension récente du Professeur Piccard à 16.000 mètres. On dut chercher un procédé qui permît d'observer l'atmosphère au moyen d'instruments enregistreurs ne nécessitant pas la présence d'un observateur. Les ballons captifs, les cerfs-volants ont répondu en partie au but proposé. Les observations les plus intéressantes et les plus importantes ont été faites par ballon libre non monté.

Le 21 mars 1893, Hermite et Besançon lancèrent un ballon de 113 mètres cubes, qui transporta jusqu'à 12.000 mètres d'altitude des instruments météorologiques enregistreurs. La température enregistrée fut de —51°, et laissa supposer que la température continue à décroître à mesure qu'on s'élève.

En 1898, Teisserenc de Bort commence à Trappes ses expériences, et, à partir de 1899, en communique à l'Académie des Sciences les résultats, qui peuvent être considérés comme la plus grande découverte météorologique faite jusqu'à ce jour.

Il montre d'abord que la température ne décroît pas de la même façon dans les anticyclo- qu'on s'est élevé de quelques centaines de mènes et les dépressions. Dans les premiers, dès tres, la décroissance de la température se ralentit et souvent on constate des inversions de température, c'est-à-dire une augmentation au lieu d'une diminution de température à mesure qu'on s'élève. Dans les dépressions au contraire, la décroissance est rapide, et atteint la valeur indiquée par la détente adiabatique de l'air plus ou moins humide.

Puis il indique que la température dans l'atmosphère libre éprouve dans le cours de l'année une variation saisonnière très sensible au moins jusqu'à 10.000 mètres de hauteur.

Le 28 avril 1902, Teisserenc de Bort signale qu'à partir d'un certaine altitude, voisine dans nos régions de 11 kilomètres, la température ne décroît plus ; à partir de cette altitude « il n'y a plus de décroissance systématique générale,

mais des inflexions peu étendues, le régime de la température en fonction de la hauteur tendant dans son ensemble à se rapprocher de l'isotherme ».

« Ce phénomène, dit Teisserenc de Bort dans un autre compte-rendu qui précise sa découverte, est tout à fait imprévu et sa cause est encore fort obscure. »

L'atmosphère peut donc être divisée en deux parties :

La partie inférieure dans laquelle on observe une baisse plus ou moins régulière de la température, et que Teisserenc de Bort a appelée la *troposphère ;*

La partie supérieure dans laquelle la température reste à peu près constante à mesure qu'on s'élève et que Teisserenc de Bort a appelée la *stratosphère.*

La hauteur moyenne de la stratosphère en Europe est de 10 à 11 km., comme Teisserenc de Bort l'avait indiqué d'après ses premières expériences. Cette hauteur varie avec la latitude. Elle est de 8 à 10 km. dans les régions polaires ; elle dépasse 15 km. à l'équateur. La température de la stratosphère est aussi plus basse à l'équateur (—80°) qu'aux pôles (—40°).

De très nombreuses expériences faites dans tous les pays du monde ont confirmé ces résultats. Elles ont montré en outre que la distribution isobarique à la surface du sol est en relation avec la distribution de la température dans la verticale :

Dans une dépression, la troposphère est plus froide que dans un anticyclone ; la stratosphère est plus chaude et se rencontre à une altitude plus basse.

Les résultats que nous venons de résumer d'une façon très succincte permettent de se rendre compte de la constitution réelle de l'atmosphère :

Dans la partie inférieure ou troposphère, qui s'étend dans nos régions jusqu'à une hauteur de 10 à 11 km., la température diminue de 5° à 6° par kilomètre. Cette diminution de la température avec l'altitude se rapproche de celle qui correspond aux lois de la détente adiabatique : il se produit dans toute cette partie de l'atmosphère des mouvements verticaux de convection.

Dans la partie supérieure ou stratosphère, la température reste constante à mesure qu'on s'élève et il n'y a plus alors de convention. Les mouvements qui animent la stratosphère doivent être surtout horizontaux. Une masse d'air qui, pour une raison quelconque, serait échauffée, ne pourrait pas s'élever bien haut, puisque le refroidissement dû à la détente lui donnerait tout de suite une température plus basse que celle des masses voisines.

La stratosphère joue donc pour ainsi dire le rôle d'un écran pour l'atmosphère inférieure ; il ne peut y avoir que peu de communication entre l'atmosphère inférieure et l'atmosphère supérieure.

Tout récemment des travaux, dus principalement au météorologiste anglais Dines, ont montré que la distribution barométrque au niveau du sol, autrement dit la carte isobarique, est en relation étroite avec les variations de pression et de température dans la stratosphère.

Le temps, dont le principal élément est la pluie, dépend des mouvements ascendants de l'air humide dans les couches basses de l'atmosphère, mouvements déterminés surtout par la distribution de la pression barométrique au voisinage du sol, et cette distribution de la pression barométrique est elle-même déterminée par les changements produits au sommet de la région de l'atmosphère qui est le siège de ces mouvements verticaux.

Ces considérations forcément sommaires montrent dans quelle voie féconde la découverte de Teisserenc de Bort a orienté la météorologie et la prévision du temps. Il est très possible que, dans quelques années, les cartes d'isothermes et d'isobares à une dizaine de kilomètres de hauteur deviennent aussi importantes pour le météorologiste chargé de prédire le temps que le sont aujourd'hui les cartes d'isobares au niveau de la mer.

La Prévision du Temps. — Le but essentiel de la météorologie est de prédire le temps ; ou plutôt, lorsque la météorologie sera capable de prédire le temps, elle aura pris place parmi les véritables sciences, sur le même rang que l'astronomie, qui est capable d'annoncer avec une très grande précision l'arrivée des phénomènes astronomiques.

Cette prédiction du temps fut la préoccupation principale de tous les météorologistes, dès la plus haute antiquité. Aratus, Théophraste, Varron, Virgile, Pline et bien d'autres ont donné des pronostics du temps, pas très différents de ceux qu'impriment encore chaque année nos almanachs. Car la météorologie n'est pas encore arrivée à substituer à ces anciennes règles empiriques des lois scientifiques donnant à coup sûr, comme toute loi scentifique, des prévisions certaines.

Jusqu'au milieu du siècle dernier, les marins et les agriculteurs, particulièrement intéressés les uns et les autres à la prévision des phénomènes météorologiques,essayaient de les prévoir d'après les observations purement locales, qui portaient surtout sur la forme des nuages et sur les apparences du ciel. Ils observaient aussi les attitudes des animaux et certains végétaux, et ils avaient établi une série de règles plus ou moins vérifiées et vérifiables, qui n'étaient d'ailleurs le plus souvent que la répétition de celles qu'avaient adoptées les anciens. Enfin comme

eux, ils attribuaient à la lune une influence sur le temps.

Ce ne fut que lorsque Le Verrier introduisit l'usage des cartes d'observations simultanées que ces méthodes de prévision du temps changèrent. On essaya de prévoir l'évolution et la transformation de la carte du temps, en portant tous les efforts, comme nous l'avons indiqué plus haut, sur l'étude des dépressions barométriques. Les premiers résultats furent si brillants qu'ils permirent toutes les espérances. En Angleterre, en France, en Hollande commencèrent à fonctionner des services d'avertissement de tempêtes, sous la direction de Fitz Roy, de Le Verrier, de Buys-Ballot.

On avait cru d'abord que les dépressions barométriques se déplaçaient avec la régularité d'un paquebot. Mais lorsque les observations devinrent plus nombreuses, et qu'elles permirent de tracer avec plus de précision les centres dépressionnaires, on ne tarda pas à reconnaître que ce déplacement présente souvent une allure capricieuse et que les croquis schématiques du temps dans une dépression, tels que celui d'Abercromby, ne sont qu'une moyenne ne correspondant qu'imparfaitment à la réalité de chaque jour. Une fois de plus se vérifiait l'opinion de D'Alembert : « Plus on approfondit l'idée que l'on se fait des phénomènes, plus cette idée s'obscurcit et paraît vouloir nous échapper. »

Mais les météorologistes, s'ils devinrent plus circonspects, ne se découragèrent pas. Ils attribuèrent leurs insuccès à leurs observations incomplètes. Dès 1863, Marié-Davy demandait que les cartes synoptiques puissent s'étendre à tout l'hémisphère nord : « Au milieu de l'incessante mobilité des phénomènes atmosphériques, il est très certainement de grandes lois générales qu'il importe de dégager. »

Et en 1879, Angot écrivait dans cette même *Revue Scientifique* : « La météorologie est une science tellement récente qu'on ne saurait trop exiger d'elle. Constituée seulement d'hier, son développement commence à peine, et elle rencontre pour cela plus de difficultés que toute autre science. Seule en effet elle nécessite le concours d'un très grand nombre de personnes, même de nations. Un observatoire suffit à l'astronome, un laboratoire au chimiste, au physicien, au naturaliste ; pour faire utilement de la météorologie, il faudrait des milliers d'observateurs sur terre comme sur mer, il faudrait que la surface entière du globe fût surveillée, de telle sorte qu'on pût retrouver l'origine, suivre la marche entière, et constater la disparition de toutes les perturbations atmosphériques. »

Aujourd'hui le vœu qu'exprimait Angot en 1879, a été réalisé. Des milliers d'observateurs sur terre et sur mer apportent aux services météorologiques leur collaboration régulière, la surface entière du globe est surveillée, un nombre considérable de télégrammes est expédié, la télégraphie sans fil leur donne un rayonnement rapide et universel, de nombreux et savants mémoires sont publiés chaque année pour étudier dans tous leurs détails les cartes synoptiques. Et cependant les grands espoirs qui animèrent les collaborateurs de Le Verrier, lorsqu'ils découvrirent les premières lois du déplacement des dépressions, n'ont pas été réalisés, et peut-être bien n'arrivons-nous pas à prédire le temps mieux que ne le faisait Marié-Davy.

Si la prévision du temps, basée sur une alerte télégraphique, ne paraît pas faire des progrès décisifs, si des événements tels que des tempêtes, des inondations, des catastrophes aériennes n'arrivent pas à être annoncés avec certitude, c'est que nous ignorons encore à peu près complètement les lois qui régissent l'atmosphère, et nous ne savons pas sous quelle forme au juste il faut mettre les faibles connaissances que nous possédons.

Pour tâcher de découvrir ces lois, les météorologistes d'aujourd'hui se sont attachés beaucoup plus à étudier complètement et dans tous ses détails un cas saillant, qu'à trouver par des moyennes et des statistiques des lois générales, dont s'éloigne toujours plus ou moins la réalité de chaque jour.

C'est ainsi que Durand-Gréville, dès 1890, a montré toute l'importance des variations minimes de pression, accompagnées souvent de grains ou d'orages, de ces disconstinuités de l'atmosphère qui ont pris tant d'importance dans les théories actuelles. D'autres se sont attachés à étudier l'atmosphère supérieure ; d'autres sont revenus à l'observation détaillée et minutieuse des formes nuageuses ; d'autres ont fait intervenir la radiation solaire, car, en dernière analyse, c'est la chaleur fournie à la terre par le soleil qui est le facteur principal de tous les événements météorologiques ; d'autres ont essayé de résoudre par les mathématiques les problèmes de l'atmosphère.

Mais pour le moment ces grands efforts n'ont pas été couronnés de succès définitifs. Les difficultés du problème de la prévision du temps restent telles que Henri Poincaré les a définies en 1907 :

« Pourquoi les météorologistes ont-ils tant de peine à prédire le temps avec certitude ? Pourquoi les chutes de pluie, les tempêtes elles-mêmes nous semblent arriver au hasard ? Nous voyons que les grandes perturbations se produisent généralement dans des régions où l'atmosphère est en équilibre instable, Les météorologistes savent bien que cet équilibre est instable, qu'un cyclone va naître quelque part ; mais où ? Ils sont hors d'état de le dire. Un dixième de degré en plus ou en moins en un point quelconque, le cyclone éclate ici et non là et il étend

ses ravages sur des contrées qu'il aurait épargnées. Si on avait connu ce dixième de degré on aurait pu le savoir d'avance, mais les observations n'étaient ni assez serrées ni assez précises et c'est pour cela que tout semble dû au hasard. Ici encore nous retrouvons le même contraste entre une cause minime, inappréciable pour l'observateur et ses effets considérables, qui sont quelquefois d'épouvantables désastres.»

NOTES ET ACTUALITÉS

Optique

L'optique des rayons X. — L'assimilation étroite des rayons X à des rayons lumineux de très courte longueur d'onde a été jusqu'ici des plus fécondes pour l'étude de la structure intime de la matière. Les progrès de ces toutes dernières années ont fait l'objet d'une récente étude de Arthur H. Compton (1).

Le temps est loin, observe-t-il, où d'accord avec Roentgen et ses émules, on ne reconnaissait aux rayons X que le seul caractère optique d'une propagation rectiligne. Au début, on déniait, en effet, aux rayons X toute possibilité de polarisation, de réflexion, de réfraction. Pourtant, les unes après les autres, ces propriétés devaient se démasquer à nos moyens d'investigation accrus, et cela notamment à la suite des travaux de Barkla, de Compton, de Siegbahn et de ses collaborateurs.

La mise en évidence, par Laue, de la diffusion des rayons X au moyen des réseaux cristallins, constitua un fait nouveau de première importance. En même temps qu'elle levait tout doute sur la nature ondulatoire du rayonnement X, la découverte de Laue mettait un outil puissant aux mains des cristallographes. Avec ce point de départ, les Bragg sont parvenus à déchiffrer la constitution d'un grand nombre de cristaux. D'autre part, l'examen des spectres de rayons X des divers éléments a permis à Moseley d'apercevoir que le passage d'un élément donné à son successeur immédiat, dans la classification périodique, correspond à l'entrée en jeu d'un électron périphérique supplémentaire. A l'aide de mesures de longueur d'onde de rayons X, Duane et Hunt ont déterminé, avec grande précision, la constante de Planck qui intervient dans l'effet photoélectrique, et dont le rôle est fondamental dans la conception quantique.

L'assimilation des spectres de rayons X aux spectres des réseaux optiques a tout d'abord conduit à déterminer la distribution des couches d'atomes dans les cristaux. On sait, en effet, que dans le cas des spectres de réseaux, la position des divers ordres de raies, pour une certaine lumière monochromatique, est fonction de l'écartement des traits du réseau. Lorsqu'on passe de la lumière aux rayons X, il faut, à l'écartement des traits du réseau, substituer l'équidistance des couches d'atomes.

L'assimilation se poursuit plus loin encore. Dans un réseau optique, plus larges sont les traits, plus rapide est la diminution d'intensité des ordres supérieurs. D'où la possibilité de déduire de cette diminution d'intensité la largeur des traits du réseau, c'est-à-dire leur diffusibilité.

D'une manière entièrement similaire avec les spectres des rayons X, on détermine la diffusibilité des couches diffractantes qui interviennent et à partir de là, on calcule la distribution des électrons à l'intérieur de l'atome, au moyen d'une analyse de Fourier.

C'est ainsi que, réunissant les données relatives aux diverses faces du cristal de sel gemme, W.-L. Bragg et ses collaborateurs ont déterminé la distribution électronique de l'atome de sodium, dont le rayon, voisin de l'angstrom, est précisément de l'ordre de l'équidistance des couches successives d'atomes.

Bragg rappelle que l'étude de la diffraction des rayons X par les gaz a apporté une information similaire. La dimension des anneaux de diffraction obtenus renseigne sur le diamètre des centres diffractants, et, par exemple, dans la molécule de tétrachlorure de carbone, Debys et ses collaborateurs sont parvenus à fixer 3,45. 10^{-8} cm. la distance mutuelle des atomes des chlores.

Dans le cas des gaz monoatomiques, l'étude de la diffraction des rayons X a permis encore de supputer la forme des atomes. Selon Barrett, il conviendrait d'envisager l'atome d'hélium comme constitué d'un nuage électronique diffus, se concentrant dans la région du centre.

S. V.

(1) *Journal of the Optical Society of America*, février 1931.

Chimie physique

Forces superficielles et équilibres chimiques. — A l'occasion d'une conférence Liversidge, en décembre 1929, le Prof. Freundlich (1) a attiré l'attention sur les réactions superficielles, si importantes, en même temps que si fréquentes, dans l'économie animale et végétale.

Sans aborder immédiatement la grande complexité des processus biologiques, Freundlich s'est limité au cas simple de l'intervention de forces capillaires dans un équilibre chimique. Il a mentionné, tout d'abord, l'expérience de Liebreich, touchant l'action d'un alcali sur une solution aqueuse d'hydrate de chloral. Tandis que, par tout le système, le chloroforme produit s'accumule en fines gouttelettes blanches, rien de tel n'apparaît dans le mince film qui se trouve au contact de l'air. Sur toute surface, selon Thomson, il y aurait déplacement de l'équilibre dans le sens d'un abaissement de la tension superficielle, c'est-à-dire dans le sens qui correspond à une adsorption .

Ces considérations s'appliquent aux surfaces solides, et notamment en ce qui concerne les phénomènes consécutifs à l'adsorption des acides gras sur le charbon et sur le siloxène. En général, les acides et les bases sont capillairement plus actifs que leurs sels, ce qui fait présumer les ions de moindre activité que les molécules non dissociées.

(1) *Chemistry and Industry*, décembre 1929.

L'action des forces superficielles se manifeste encore nettement par le changement de couleur aux interfaces, étudié par Deutsch. Par exemple, la teinte vert foncé d'une émulsion de vert malachite dans le benzène disparaît dès la séparation des phases. Ainsi, une substance susceptible de se former à une interface, et d'y rester stable, peut, en cas de superficie insuffisante de l'interface, ne se produire qu'en quantité faible, ou même refuser de se produire.

Freundlich cite également les expériences de Deutsch et Fajan sur la formation du précipité interfacial rouge, provoqué par l'agitation à l'air, de nitrate d'argent, de benzène et de pentane avec une solution d'éosinate de sodium. Dans ce cas, les observations n'ont pas permis de décider s'il s'agit d'une déformation de la molécule de teinture, ou de la génération éventuelle d'une molécule isomère.

D'autre part, à propos du système réversible bromoéthylamine⟺diméthyline, Freundlich et Juliusberger ont montré quantitativement que la présence de charbon pulvérisé retarde la transformation de bromoéthylamine en diméthylimine, tandis qu'elle favorise la réaction inverse.

Selon Freundlich, les actions capillaires seraient prépondérantes dans les processus biologiques, en général d'aspect si différent des phénomènes que nous savons provoquer au laboratoire. Les structures curieuses, relevées dans les organismes vivants, et, par ailleurs de formation impossible en solution homogène, toutes conditions analogues, prendraient naissance à la faveur de la présence d'interfaces. L'observation s'appliquerait, en particulier, à la chimie des enzymes.

S. V.

Hygiène

L'eau potable et l'évacuation des eaux usées dans les campagnes. — La Conférence Européenne d'Hygiène Rurale, qui s'est réunie à Genève du 29 Juin au 10 Juillet 1931, et à laquelle ont participé les représentants de 25 Nations, avait pour objet de déterminer les principes directeurs de l'organisation de l'assistance médicale, des services d'hygiène et de l'assainissement dans les districts ruraux.

Elle a consacré une large part de ses travaux aux meilleurs moyens d'assurer le traitement des maladies dans les milieux ruraux, et elle s'est aussi beaucoup préoccupée des méthodes propres à la conservation et à l'amélioration de la santé. Faisant sienne la devise : « Mieux vaut prévenir que guérir », elle s'est attachée à établir de nombreuses recommandations concernant l'hygiène publique.

La délégation française, présidée par M. le Professeur Léon Bernard, a pris une part active à la Conférence, et c'est un de ces membres, M. Vignerot, Ingénieur en chef du Génie Rural, qui a dérigé les travaux de la 3e Commission, chargée d'étudier les questions d'assainissement dans les districts ruraux.

L'intérêt de ces grands problèmes d'hygiène publique que sont l'alimentation en eau potable, l'évacuation et le traitement des matières usées, nous a paru mériter qu'on s'y arrête. Nous reproduisons ci-dessous l'essentiel, des recommandations qu'à faites, à ce sujet, la Conférence Européenne d'Hygiène Rurale.

I. — L'alimentation en eau potable.

L'alimentation des districts ruraux en eau saine et abondante présente un grand intérêt, non seulement au point de vue de la santé des hommes et des animaux, mais aussi pour le développement de l'agriculture. L'usager aura d'autant plus le désir d'utiliser l'eau en abondance qu'il aura moins de peine à se la procurer. La solution idéale consiste à installer l'eau dans la maison, dans la ferme, où d'une façon générale, « à portée d'usage ».

Service public de distribution d'eau

a). — Alimentation groupant plusieurs agglomérations. Un service central de distribution desservant plusieurs agglomérations doit être préféré à un petit service lorsqu'aucune circonstance locale ne s'y oppose.

Ce système est particulièrement à recommander dans les régions à population dense, et dans les districts n'ayant qu'un petit nombre de sources utilisables, étant donné qu'il permet l'utilisation la plus avantageuse de l'eau potable.

Le groupement de plusieurs agglomérations en vue de réaliser un service commun d'alimentation en eau permet une installation plus satisfaisante, ainsi que l'emploi d'un personnel compétent, et, par conséquent, facilite s'il y a lieu l'usage des méthodes d'épuration. Dans le cas des services centraux d'alimentation en eau, n'importe quelle méthode de purification peut-être adoptée, parce qu'elle sera soigneusement appliquée et contrôlée.

b). — Alimentation individuelle des agglomération. — L'origine de l'eau d'alimentation de l'agglomération devrait être choisie après des études appropriées en vue de s'assurer une eau naturellement exempte de toute possibilité de contamination dangereuse.

Il y a lieu d'éviter les procédés qui nécessitent une surveillance technique généralement irréalisable dans les districts ruraux.

Les projets d'alimentation en eau des villages doivent être conçus en considérant tout spécialement la simplicité du plan, ainsi que l'économie et la facilité des travaux de construction et d'entretien.

Pureté de l'Eau.

Lorsque l'épuration des eaux est nécessaire, elle doit comporter toutes les garanties possibles; l'ordre des opérations faites en vue d'assurer la potabilité de l'eau devrait être :

1° La protection des captages;
2° L'épuration physique (décantation, filtration, etc.).
3° L'épuration chimique (désinfection);
4° Surveillance et contrôle.

La protection de la source et de la distribution d'eau est nécessaire dans tous les cas.

Quand l'eau provient de terrains calcaires fissurés, elle doit être purifiée d'une façon adéquate; l'épuration par le chlore constitue actuellement une solution pratique.

Quand l'eau est contaminée à de rares intervalles, et pendant de courtes périodes, l'épuration par le chlore devrait être utilisée pendant toute l'année, afin d'éviter que l'appareil soit, au moment voulu, en état de fonctionner. Quand aucun danger ne menace, de très petites doses de chlore seront utilisées : ces doses seront élevées en cas de nécessité.

En cas d'épidémie d'une maladie intestinale, susceptible d'avoir pour origine la pollution de l'eau d'alimentation, l'épuration par le chlore devrait être appliquée immédiatement et continuée jusqu'à plus ample information, en tant que mesure d'urgence.

Il serait utile que les services centraux aient à leur disposition des appareils portatifs d'épuration par le chlore,

en vue de leur utilisation éventuelle en cas d'urgence (par exemple danger de pollution d'une eau habituellement pure).

Surveillance des Services d'alimentation en Eau

Une surveillance constante de tous les services d'alimentation en eau est nécessaire. Cette surveillance doit suivre l'eau depuis son origine jusqu'à sa distribution et son évacuation; elle devra être étroite pendant les saisons où l'eau est plus susceptible d'être contaminée (saison sèche, inondations, etc...).

Le personnel chargé de cette surveillance devrait être spécialement instruit en matière d'hygiène de l'eau.

Alimentation individuelle en eau.

Elle peut avoir pour origine les puits, sources ou citernes. L'installation devrait être faite par des techniciens qualifiés, ayant reçu une formation convenable en matière d'hygiène de l'eau. Dans le cas contraire, ces installations risqueraient d'être mal situées, mal construites et mal protégées.

Les autorités compétentes devraient adopter des règlements concernant le siège, la construction et la protection des installations d'alimentation en eau. Ces règlements devraient être strictement appliqués.

Pour servir de guide aux autorités locales, un règlement modèle devrait être préparé par l'administration sanitaire centrale.

Organisation centrale.

En matière d'alimentation en eau, le progrès est basé sur les recherches scientifiques qui devraient être centralisées dans un organisme approprié. Cet organisme constituerait également un service de renseignements hydrogéologiques, en vue de l'inventaire des ressources en eau et de la centralisation de toutes les données relatives à l'alimentation en eau.

Autant qu'il est possible, cet organisme devrait avoir juridiction sur toutes les matières concernant l'alimentation en eau dans l'Etat ou la circonscription administrative.

L'on ne saurait trop insister sur les avantages d'un organisme central de ce genre. Grâce à son information centralisée sur l'ensemble du territoire de l'Etat ou de la province, grâce aux spécialistes variés qui lui sont attachés, un tel organisme peut s'assurer que les ressources en eau sont utilisée au mieux et que les solutions partielles du problème de l'alimentation en eau sont évitées. Cet organisme met à la disposition des individus, des associations et des communes des renseignements et conseils techniques en matières d'alimentation en eau. De plus, il agit en tant que centre d'éducation populaire en matière de l'eau.

Assistance financière.

Un grand nombre de pays ont facilité le développement des adductions rurales d'eau par des mesures d'assistance financière avec des résultats excellents. Sans une telle assistance, beaucoup de municipalités rurales n'auraient pu réaliser des services d'eau. Cette expérience devrait être prise en considération.

II. — L'ÉVACUATION DES EAUX ET MATIÈRES USÉES.

Danger des matières usées.

Les eaux et matières usées ne sont pas seulement gênantes, mais dangereuses, parce quu'elles contiennent fréquemment les germes de maladies humaines (surtout de maladies intestinales). Ceci s'applique également aux eaux ménagères. Le danger est d'autant plus grand que les matières usées sont plus fraîches. Afin d'éviter tout danger de contamination, les eaux usées doivent être éloignées de l'habitation par des canalisations ou recueillies dans des conditions qui offrent toute sécurité pendant un temps suffisant pour assurer la destruction des termes pathogènes.

Système d'évacuation.

La Conférence a estimé qu'un système de canalisation avec chasse d'eau, réalise en principe la meilleure méthode d'évacuation des eaux usées.

Dans les communes rurales, les égoûts ne sont habituellement installés que lorsqu'il existe un réseau de distribution d'eau.

L'opportunité de construire un réseau d'égoûts dépend de la densité de la population, de la nature du sol et des conditions économiques.

Les canalisations à ciel ouvert, installées pour évacuer les eaux pluviales et les eaux de lavage des rues, peuvent être utilisées pour l'évacuation des eaux ménagères, sous conditions spéciales, et là où il est impossible d'utiliser un meilleur système. Les matières fécales doivent être exclues de ces canalisations.

Purification des eaux de l'effluent

Lorsque la purification des eaux de l'effluent est nécessaire, par exemple :

a) dans les districts ruraux à densité de population élevée;

b) dans les districts pauvres en eaux de surface;

c) dans les régions où il est désirable de limiter la pollution des cours d'eau.

Les méthodes adoptées dans les districts ruraux pour cette purification devraient être simples, adaptées aux conditions locales et nécessiter un minimum de soins de la part d'un personnel non spécialement qualifié. Ces procédés sont mécaniques et biologiques.

A. — *Procédés mécaniques.* — Le plus simple de ces procédés consiste à utiliser des grilles et tamis fixes, en vue de retenir les matières solides.

Un certain degré de purification dépendant de la composition de l'effluent et de la lenteur du courant est également obtenu par les bassins de décantation.

B. — *Procédés biologiques artificiels.* — Leur application est toujours précédée de celle des procédés mécaniques.

Les principaux procédés biologiques sont :

1° Les lits percolateurs. C'est l'un des procédés les mieux adaptés aux conditions rurales. Leur installation et leur entretien sont économiques; ils n'exige que peu de soins et ne nécessitent pas un personnel spécialement formé; de plus, peuvent facilement être remis en état en cas de besoin.

2° Les autres procédés, tels que celui des boues activées (tel qu'il se présente actuellement), les lits bactériens de contact submergés et les filtres à sable, ne sont pas adaptés aux conditions rurales.

Autres méthodes.

Les méthodes suivantes peuvent aussi être *signalées* :

a) Irrigations du sous-sol, puits perdus. — Ces procédés ne sauraient être employés que s'ils ne peuvent en aucune manière contaminer les eaux souterraines pouvant servir à l'alimentation.

L'irrigation du sous-sol devrait être réservée au traitement de petites qualités d'eaux usagées : (effluent provenant de maisons isolées, d'institutions ou de petits éta-

blissements collectifs, et ne doit pas être utilisée en terrain fissuré.

L'irrigation du sous-sol devrait être précédée d'une purification mécanique ou biologique.

b) *Irrigation de la surface du sol* (épandage). Ce procédé est l'un des meilleurs pour les districts ruraux, pourvu que certaines conditions soient réalisées : nature appropriée du terrain, bonne surveillance, interdiction de la culture de légumes ou fruits poussant au ras du sol et destinés à être consommés crus.

L'on doit considérer quel est le traitement le plus convenable des eaux usées, au lieu d'envisager uniquement l'obtention de bonnes récoltes.

c) *Utilisation des étangs et viviers.* — Cette méthode pourrait présenter un certain intérêt dans les régions rurales.

A .R.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

Sur la fatigue des coques de très grandes dimensions. — La détermination des différents éléments qui constituent la charpente des navires, en vue d'assurer des conditions acceptables pour la fatigue de la coque, principalement en ce qui concerne la résistance aux efforts de flexion dans le sens longitudinal, est fondée tout d'abord sur une méthode d'analogie qui suppose la connaissance exacte des efforts et des fatigues subis par un grand nombre de navires connus et ayant subi l'épreuve d'un service plus ou moins prolongé. L'application de cette méthode est, par conséquent, d'autant plus délicate qu'il s'agit de l'utiliser à l'égard de bâtiments de types inusités ou de proportions tant soit peu anormales. Tel est le cas des navires de très grande longueur, comme le sont les paquebots transatlantiques rapides, dont le nombre est, par ailleurs, très restreint.

Toute contribution expérimentale, susceptible d'apporter des éléments nouveaux d'appréciation et, au besoin, de correction aux indications de l'étude purement comparative, est donc précieuse dans les circonstances de ce genre. Un mémoire fort intéressant dans cet ordre d'idée, a été présenté en novembre 1930 à l'Association des *Naval Architects* de New-York, par M. Lyell Wilson. Le *Bulletin technique du Bureau Veritas* a donné un résumé détaillé de ce document dans son fascicule de mars dernier.

L'étude de M. Lyell Wilson présente un intérêt considérable, non seulement du point de vue particulier de la construction des très grands navires, mais encore par la généralité de ses conclusions, qui intéressent les problèmes les plus essentiels de la résistance des matériaux. L'étude se fonde sur l'examen critique des fractures subies par deux transatlantiques en service courant, incidents dont les revues techniques s'étaient déjà occupées à diverses reprises.

La première avarie est survenue en 1924 au *Majestic*. Ce bâtiment, ex-*Bismarck*, achevé en Allemagne en 1921 et attribué à la *White-Star Line*, déplace plus de 70.000 tonnes et mesure 279 mètres de longueur. Au cours d'une traversée, le pont supérieur se trouva fracturé sur toute sa largeur, dans la région du maître-couple. La cassure gagnait même la muraille bâbord, entamant une virure du bordé et s'arrêtant à un trou de hublot.

A la vérité, cette fracture avait été précédée d'un fissurement partiel des tôles de la partie médiane du pont ; mais des réparations immédiates n'avaient pas alors paru s'imposer. Des travaux furent entrepris, comportant le remplacement des tôles avariées et leur doublement dans certaines parties. Aucun incident n'a été enregistré depuis cette époque sur le *Majestic*.

Mais, il existe un autre bâtiment dont les proportions sont analogues et la construction pratiquement semblable, l'ex-*Waterland*, attribué à l'Amérique et rebaptisé *Léviathan*. Les armateurs de ce dernier eurent l'idée, lors de l'incident du *Majestic*, de procéder à un examen attentif de la charpente des ponts. Cet examen révéla des amorces de cassure sur certains points du pont supérieur, précisément dans la même région que pour le *Majestic*. On remplaça les tôles avariées et on s'efforça de consolider au mieux la région suspecte. Néanmoins, en 1929, c'est-à-dire cinq ans plus tard, de nouvelles cassures se produisirent sur la ligne réparée, avec fissure de la partie centrale du bordé, exactement comme pour le *Majestic*. Une autre cassure s'était en outre produite, plus à l'avant, qui se prolongeait sur la muraille tribord, intéressant trois virures du revêtement.

Des travaux de réparation assez considérables furent alors entrepris, dont le détail technique est d'ailleurs d'un intérêt tout particulier.

De l'examen micrographique et de l'analyse chimique auxquels furent soumis les matériaux avariés, il est résulté tout d'abord que la qualité du métal ne pouvait être incriminée.

La cassure des tôles présentait une texture cristalline, caractéristique des aciers fragiles ; la section de rupture, d'autre part, n'était pas contractée comme dans le cas d'un acier ductile rompu par traction statique. De toute évidence, cependant, la fracture avait été progressive. On fut ainsi amené à supposer qu'il s'agissait d'une rupture par suite d'efforts anormaux répétés, le métal s'écrouissant dans ce cas, pour prendre précisément cette texture de l'acier à gros grain non ductible. L'étude des conditions de fatigue de la charpente ne faisait d'ailleurs que confirmer cette hypothèse.

Il est à remarquer que les éléments de comparaison dont il est fait état dans les calculs habituels de résistance, concernent des bâtiments de types divers et en grand nombre, mais dont la longueur ne dépasse pas 183 mètres (600 pieds anglais). L'application à des longueurs atteignant l'ordre de 300 mètres implique donc une extrapolation assez audacieuse à la courbe des taux de travail-type, telle que l'expérience a permis de l'établir pour des conditions usuelles. Une telle opération ne peut se justifier qu'à condition d'être complétée et contrôlée par d'autres éléments d'appréciation.

En fait, le taux de travail à la traction dans la charpente des hauts dépasse, pour le *Léviathan*, 14 kgs par mm^2 ; la charge est ordinairement inférieure à ce chiffre, du moins pour les aciers usités couramment.

D'après l'auteur du mémoire, il y avait lieu de tenir compte, dans la détermination des échantillons, d'un nouveau facteur, négligé dans les calculs habituels, soit la *limite d'endurance*, qui est l'amplitude maxima du cycle d'efforts alternatifs axiaux au-delà de laquelle ces efforts ne peuvent se reproduire indéfiniment sans amener, à un certain moment, la rupture. Or, bien que la fatigue à la compression ne dépasse pas 6 kgs pour le *Léviathan*, alors qu'elle atteint en général l'ordre de 9 kgs, l'amplitude du cycle de variation des efforts de tension et de

compression est de 23,5 pour le navire considéré. Cette amplitude est comprise entre 20 et 23 pour les cas habituels. Si faible qu'elle puisse apparaître, la différence intervient cependant d'une façon appréciable, dès que l'on s'attache précisément à la considération de la limite d'endurance.

Dans le diagramme établi par M. Lyell Wilson, l'ordonnée représentant les efforts de tension et de compression correspondant au cas du *Léviathan*, tend à déborder légèrement le contour représentatif de la limite d'endurance. Toutefois, l'écart est très faible et il est concevable que les fissures ne se soient manifestées qu'après plusieurs années de service. On peut remarquer d'ailleurs que le nombre d'efforts alternatifs subis à la flexion étant proportionnel à l'espace parcouru, c'est-à-dire à la vitesse, un navire rapide doit être plus rapidement sujet à la fatigue qu'un autre.

Une autre considération très importante est celle de l'influence que peut exercer la répartition des principaux poids du bord sur les efforts développés, ainsi qu'il résulte de l'examen des courbes des moments, poids et poussées. Or, le *Léviathan* présente précisément une défectuosité de principe à cet égard, d'où il résulte que la fatigue à la compression est seulement le tiers de la fatigue à la traction. Cette circonstance était encore aggravée, dans les premières années de service, alors que le navire chauffait au charbon, du fait que les soutes de réserve étaient sur l'avant : le poids des extrémités devenait prépondérant au fur et à mesure que le combustible, dont les soutes principales étaient dans la région centrale, se consommait.

Louis Basso.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 17 août 1931.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *P. Delens* (transm. par M. Elie Cartan). — **Géométrie affine des congruences de courbes.**

HYDRODYNAMIQUE. — *M. Golaz* (prés. par M. Mesnager). — **Sur un nouveau principe d'hydraulique.**

PHYSIQUE COSMIQUE. — *A. Dauvillier* (transm. par M. de Broglie). — **Aurores polaires et rayons cosmiques.**

PHOTOCHIMIE. — *R. Dubrisay* et *R. Pallu* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Oxydation photochimique du soufre.**

Les expériences montrent que le soufre, sous l'influence de la lumière se transforme d'abord en acide pentathionique, mais cet acide se décompose aisément avec production d'acide sulfurique, d'hydrogène sulfuré, de soufre et d'anhydride sulfureux. Ces deux derniers corps, en présence d'oxygène et sous l'effet des rayons ultra-violets, doivent donner de l'acide sulfurique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. Giuntini* (transm. par M. Ch. Fabry). — **Etude spectographique des composés de l'acide tartrique et du cuivre.**

Il apparaît à la suite de cette étude que T Cu^2,nH^2O est un sel où une partie du cuivre est à l'état de complexe dans la molécule, et semble d'accord avec les résultats de M. Darmois sur l'existence probable du radical [TCu^2T]....

CHIMIE GÉNÉRALE. — *C. Matignon.* — **Sur les nitrates de chaux industriels.**

L'auteur a montré précédemment que les nitrates de chaux industriels sont sans danger dans leur transport ou leur magasinage. Chauffés, ils ne sont dangereux que s'ils sont mélangés avec une matière combustible. Un récent grand incendie qui a eu lieu à Oslo confirme ces conclusions.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Dupont* et *J. J. Guerlain* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur la distillation sèche du baume du Pérou.**

Les mêmes hydrocarbures et les mêmes éthers phénoliques prennent naissance quand on soumet à l'action de la chaleur, les résines du baume de tolu et du baume du Pérou. Il existe donc une grande analogie dans la nature de ces matières.

CHIMIE TINCTORIALE. — *A. Meyer* et *R. Viltenet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Matières colorantes azoïques dérivées de l'omophtalimide.**

Poursuivant leurs recherches sur la préparation et les propriétés de certains dérivés azoïques de l'homophtalimide, les auteurs étudient dans cette Note l'influence de l'introduction du noyau hétérocyclique de l'homophtalimide dans une molécule azoïque sur les propriétés tinctoriales de colorants obtenus. Ils ont préparé quelques colorants acides et quelques colorants substantifs, choisis de manière à parcourir la gamme des nuances principales pour en déduire quelques conclusions générales.

L. Franchet.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem.* — **Sur la production expérimentale des Blés Epeautres (*Triticum Spelta* L.) à partir d'une plante sauvage (*Ægilops ventricosa* Tausch.)**

Par une sélection sévère au cours de cinq générations (1926 à 1930), l'auteur a pu obtenir des Blés à grands rendements à partir d'une petite herbe sauvage *Ægilops ventricosa* fécondée par un blé Poulard (*T. turgidum* L.). Les descendants doivent être classés dans la catégorie des Epeautres; mais pour y faire rentrer tous les types, il est indispensable de ne plus limiter les *Tritieum Spella* L. aux Blés dont les épillets ne renferment que deux grains. Les Blés nouveaux de la section *T. Spelta polycoccum* se distinguent par un caractère inattendu qu'on ne rencontre que chez quelques blés de l'Inde, de la Perse et de l'Abyssinie, qui n'est présenté ni par le parent *Ægilops*, ni par le Blé Poulard, à savoir des glumes fortement mucronées; ils diffèrent des Epeautres connus par le nombre des fleurs fertiles dans les épillets et par l'écartement considérable des glumes qui facilite la sortie des grains au battage.

GÉOLOGIE. — *Marcel E. Denaeyer.* — **Traits directeurs et évolution géologique de l'Afrique équatoriale française et du Cameroun.**

Cette évolution peut se concevoir, d'après l'auteur, comme suit : plissements précambriens affectant les systèmes cristallin et métamorphique, érosion et pénéplation des chaînes précambriennes; période glaciaire dans les bassins du Congo, du Niari et du Nyanga; mouvements épirogéniques et ébauche de la vallée tectonique du Bas-Congo; disjonction du continent africano-brésilien; dépôts des Grès nubiens; dépôts lacustres et éoliens de la cuvette du Tchad.

PHYSIOLOGIE. — *Paul Wintrebert* et *Ouang-Te-Yo* (transm. par M. L. Joubin). — **La digestion *in vitro* des glaires et du gluten de l'œuf des plagiostomes ovipares (*Scylliorhinus canicula* L. Gill) par la glande frontale de l'embryon.**

La glande frontale digère *in vitro* la substance amorphe des glaires et du gluten, mais ne possède aucun pouvoir sur le fin treillis lamelleux et fibrillaire qui en constitue le substratum. La rape caudale n'intervient directement dans la dilacération des résidus fibrillaires que si la coque est assez inclinée pour que l'embryon, retenu par le poids de sa boule vitelline, puisse y voyager. La dissolution des glaires et du gluten ouvre les boutonnières et permet l'introduction et la circulation de l'eau de mer dans l'œuf; elle décolle de même les faces de l'extrémité par où sortira la larve; elle rend ainsi l'éclosion possible; elle la prépare mais ne la détermine pas. C'est beaucoup plus tard que l'embryon grandi forcera par un effort musculaire la porte de l'étui corné.

P. Guérin.

Séance du 24 août 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Giraud.* — **Extension de la notion de solution élémentaire principale et applications.**

ÉLECTRICITÉ. — *G. Nadjakoff.* — **Sur la capacité de l'électromètre à quadrants.**

SPECTROSCOPIE. — *A. T. Williams* (transm. par M. Ch. Fabry). — **Les raies ultimes et les raies d'absorption.**

Les raies d'absorption ne sont pas toutes des raies ultimes et très peu de raies ultimes sont des raies d'absorptions. La cause de ce fait expérimental est la suivante : Les méthodes d'excitation employées pour obtenir l'émismission des raies ultimes n'ont pas la pureté de la méthode qui sert à l'obtention des spectres d'absorption, dans lesquels n'apparaissent que les raies provenant des niveaux fondamentaux ou des niveaux qui sont très rapprochés des fondamentaux.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *J. Bougault* et *G. Schuster.* — **Sur la composition du beurre de Karité.**

Le beurre de Karité contient 7,3 o/o de glycérides totalement saturés et 92,7 o/o de glycérides incomplètement saturés.

Les premiers sont formés, pour 100, d'environ :

Tributyrine	3.10
Dibutyrostéarine	3.10
Arachidodipalmitine	0.96

et les seconds de :

Dipalmitooléine	1.9
Dibutyrooléine	5.4
Palmitodioléine	1.9

HYDROLOGIE SOUTERRAINE. — *N. Casteret.* — **Sur la communication du Trou du Toro avec les Goueils de Jouéou, source de la Garonne.**

Les nouvelles expériences effectuées récemment par l'auteur confirment ses précédentes conclusions, notamment sur la communication rapide du Trou du Toro avec les Goueils de Jouéou ; les eaux englouties au Trou du Toro ne revoient pas le jour dans la vallée de l'Esera; la principale source de la Garonne n'est pas dans le val d'Aran, mais aux grands glaciers de la Maladetta orientale (glaciers de Néthou, les Barrancs, des Tempêtes, des Salenques, des Moulières) : la Garonne est donc aragonaise et naît dans le massif de la Maladetta, au flanc du Méthon.

L. Franchet.

NOUVELLES

Conférences radiophoniques de la *Revue Scientifique*. — Le samedi 10 octobre, à 19 heures, M. Louis Meunier, professeur à la Faculté des sciences de Lyon fera, à Radio-Paris, une Conférence sur Berthollet.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Facultés des sciences.* — *Année scolaire* 1931-1931. — Les Cours, Conférences et Travaux pratiques du 1er semestre s'ouvriront à la Sorbonne le 3 novembre 1931, suivant le programme ci-dessous :

Géométrie supérieure. — M. Cartan, Professeur, traitera de la méthode générale du repère mobile et de la théorie des groupes, les jeudis, à 10 h. 1/2, et les samedis, à 9 heures (Amphithéâtre Darboux, Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre-Curie).

M. Thybaut, Chargé d'un Cours complémentaire, dirigera les travaux pratiques, les jeudis, à 14 heures (Institut Henri Poincaré).

Calcul différentiel et calcul intégral. — M. Julia, Professeur, traitera de la théorie des fonctions analytiques et des théorèmes d'existence pour les équations différentielles et aux dérivées partielles, les lundis à 9 heures (Amphithéâtre Hermite, Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre-Curie).

M. Denjoy, Professeur, traitera du calcul différentiel et du calcul intégral et des équations différentielles les mardis et mercredis, à 15 h. 3/4 (Amphithéâtre Darboux, Institut Henri Poincaré).

M. René Garnier, Chargé de Cours, exposera, en vue du Certificat, diverses théories préliminaires d'Algèbre et de Géométrie, le lundi, à 16 heures (Amphithéâtre Hermite, Institut Henri Ponicaré).

Application de l'analyse a la géométrie. — M. Julia, Professeur, fera, en vue du Certificat de calcul différentiel et calcul intégral, un cours sur les Applications géométriques du calcul différentiel, les lundis, à 10 h. 1/2 (Amphithéâtre Hermite, Institut Henri Poincaré).

Mécanique rationnelle. — M. René Garnier, Chargé de Cours, traitera de la Cinématique, les lundis, à 14 h. 1/2 (Amphithéâtre Hermite, Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre-Curie).

M. Jean Chazy, Chargé de Cours, traitera de la Dynamique et de la Statique, les mardis et vendredis, à 9 heures (Amphithéâtre Hermite, 11, rue Pierre-Curie).

M. E. Cahen, Chargé de Conférences, fera des conférences de Mécanique rationnelle, les samedis, à 9 heures (Amphithéâtre Hermite, Institut Henri Poincaré).

Théorie des fonctions et théorie des transformations. — M. Vessiot, Professeur, Directeur de l'Ecole Normale Supérieure; M. Paul Montel, Professeur, traitera de l'uniformisation des fonctions algébriques, les mardis, à 10 h. 1/2 (Amphithéâtre Darboux, Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre-Curie).

Mathématiques générales préparatoires aux sciences physiques. — M. N..., Professeur, exposera la première partie du Cours de Mathématiques générales, les lundis et mardis, à 17 h. 1/2, Institut de Chimie, 11, rue Pierre-Curie.

M. Le Roy, Chargé de Conférences, fera des conférences de Mécanique, les mercredis, à 17 h. 1/2, 11, rue Pierre-Curie.

MM. E. Cahen et Michel, chargés de Conférences, dirigeront les travaux pratiques les jeudis, à 17 h. 1/2 (Amphithéâtre Milne-Edwards).

Calcul des probabilités et physique mathématique. — M. Emile Borel, Professeur, traitera de la théorie des Probabilités et de ses applications, les mercredis et les vendredis, à 11 heures (Amphithéâtre Darboux, Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre-Curie).

M. Maurice Fréchet, Professeur, traitera les lundis, à 15 h. 3/4 et les mardis, à 14 h. 1/4 (Amphithéâtre Darboux, Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre-Curie, des sujets suivants : en Novembre et Décembre : Applications récentes de la Théorie des équations intégrales. — en Janvier et Février : La loi des grands nombres.

Il dirigera des travaux pratiques, à l'Institut Henri Poincaré, les samedis, de 14 h. 30 à 17 h. 30, à partir du 5 décembre.

Théories physiques. — M. L. Brillouin, Professeur, traitera la théorie du Corps noir, les statistiques quantiques, la chaleur spécifique des corps solides, et leurs équations d'état — conductibilité calorifique des solides, les mercredis et vendredis, à 9 h. 1/2. (Amphithéâtre Darboux, Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre Curie).

M. Louis de Broglie, Professeur, traitera du passage des électrons à travers les seuils de potentiel et des théories qui s'y rattachent, les lundis et jeudis, à 9 h. 1/4 (Amphithéâtre Darboux, Institut Henri Poincaré).

Mécanique physique et expérimentale. — M. G. Koenigs, Professeur, traitera des principes généraux de la Mécanique appliquée et des Moteurs, soit hydrauliques, soit thermiques, les lundis et jeudis, à 11 heures (96, boulevard Raspail).

Les Travaux pratiques auront lieu sous la direction de M. le Professeur Koenigs, pour tous les élèves, le lundi et le jeudi, de 8 h. 1/2 à 12 heures.

M. Villey, Professeur, le lundi, à 17 h. 1/2, Propriétés et modes d'utilisation des matériaux solides; et le mercredi, à 17 h. 1/2, interrogations et exercices sur le programme de mécanique physique et expérimentale (96, boulevard Raspail).

Astronomie. — M. Esclangon, Professeur, traitera les mardis et mercredis, à 10 h. 30, de l'Astronomie générale, Amphithéâtre Le Verrier.

M. Lambert, Chargé d'un Cours Complémentaire, fera des leçons d'Astronomie pratique les mardis à 15 heures. Amphithéâtre Le Verrier.

Il dirigera des séances d'exercices les mardis et mercredis à 9 heures. — Amphithéâtre Le Verrier — et ultérieurement à l'Observatoire astronomique du parc de Montsouris.

Aviation. — M. Marchis, Professeur, étudiera la construction et le calcul des avions, les mardis et jeudis, à 17 h. 1/2 (Amphithéâtre de Géologie). Préparation au Certificat de Technique aéronautique.

M. Toussaint, Maître de Conférences, étudiera l'Aérodynamique appliquée et l'Aérodynamique expérimentale, les mercredis et vendredis, à 17 h. 1/2 (Amphithéâtre de Géologie). Il dirigera des Travaux pratiques à l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr (Préparation au Certificat de Technique aéronautique).

Mécanique des fluides. — M. Henri Bénard, Professeur, étudiera les lois expérimentales du mouvement des fluides visqueux, les lundis et mercredis, à 10 h. 1/2, (Salle des Conférences de Physique).

M. Henri Béghin, Professeur, exposera les théories générales de l'Hydro et de l'Aérodynamique, le mercredi, à 15 h. 1/2 et le vendredi, à 15 h. 1/2 (Amphithéâtre Le Verrier).

M. A. Foch, Professeur, traitera des Principes de la Mécanique expérimentale des fluides, le lundi, à 9 heures et le mardi à 9 heures (Salle des Conférences de Physique).

Physique. — M. Fabry, Professeur, traitera les mardis et samedis, à 10 h. 3/4 (Amphithéâtre de Physique), des radiations, des interférences et de la diffraction.

M. E. Darmois, Professeur, traitera, de la Thermodynamique, les mercredis et vendredis, à 14 heures, avec exercices (Amphithéâtre de Physique).

M. A. Guillet, Professeur, traitera, les lundis et jeudis, à 14 h. 1/2, de l'Electricité. Il fera, en outre, des exercices et des interrogations en correspondance avec les cours préparatoires au Certificat.

M. Decombe, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Physique qui auront lieu, tous les jours, au Laboratoire d'Enseignement, de 8 h. 1/2 à 11 h. 1/2.

Physique théorique et physique céleste. — M. Eugène Bloch, Professeur, traitera, le lundi et le mercredi, à 10 h. 3/4, le sujet suivant : Molécules, Structure moléculaire et Orientation moléculaire. (1. Procédés d'étude de la structure moléculaire : spectres de bandes, rayons X, effet Raman. 2. L'orientation moléculaire par un champ extérieur : applications électriques, magnétiques, optiques. 3 La valence chimique et la formation des molécules d'après la mécanique ondulatoire). (Amphithéâtre de Physique).

Electrotechnique générale. — M. Paul Janet, Professeur, traitera de la Révision des lois générales de l'Electricité, des Machines à courant continu et des Propriétés générales des courants alternatifs, les mardis, jeudis et samedis, à 9 h. 3/4. Le cours et les travaux pratiques auront lieu à l'Ecole supérieure d'Electricité, avenue Pierre-Larousse, à Malakff.

Optique appliquée. — M. Ch. Fabry, Professeur, fera 12 leçons sur le sujet suivant : Introduction à l'étude de l'Optique appliquée, les jeudis, à 10 h. 3/4, Institut d'Optique, 3, boulevard Pasteur.

M. Dunoyer, Professeur, fera des conférences sur les Instruments d'optique, les lundis et jeudis, à 9 h. 1/4, 3, boulevard Pasteur.

M. Henri Chrétien, Professeur, traitera du Calcul des combinaisons optiques, les mardis et vendredis, à 9 heures. Les travaux pratiques auront lieu le lundi, le mardi et le jeudi, 3, boulevard Pasteur, à 14 heures.

Physique du globe. — M. Maurain, Professeur, traitera les Propriétés physiques générales du Globe, du Magnétisme terrestre et de l'Electricité atmosphérique, les lundis, à 9 heures et les vendredis, à 16 heures (191, rue Saint-Jacques).

M. Labrouste, Professeur, traitera de la Séismologie, les lundis, à 10 h. 1/2 (191, rue Saint-Jacques), et de la Climatologie, les samedis, à 10 h. 1/2 (Laboratoire de Géographie physique.

M. Salles, Physicien adjoint, dirigera des séances de Travaux pratiques, les jeudis, de 9 heures à 12 heures (191, rue Saint-Jacques).

Physique générale et radioactivité. — Mme P. Curie, Professeur, traitera des Ions, des Electrons, de la Radioactivité, les lundis et mercredis, à 17 heures (rue Pierre-Curie).

Les travaux pratiques auront lieu dans le second semestre.

Chimie physique. — M. Jean Perrin, Professeur, étudiera la Structure de la matière, la Mécanique chimique, la Radiochimie et la Structure interne des atomes,

les Vendredis, à 17 h. 1/2 et les samedis à 16 h. 1/2 (Amphithéâtre de Chimie physique, 11, rue Pierre-Curie).

M. Debierne, Professeur, fera des Conférences sur l'Energétique et ses applications aux phénomènes physico-chimiques, les jeudis, à 14 heures (rue Pierre-Curie).

M. Mouton, Professeur (Fondation de l'Institut Pasteur), fera des Conférences sur des questions de Chimie Physique ayant des applications en Biologie, les mardis, à 17 h. 1/2 (Salle des Conférences de Chimie).

Chimie. — M. Urbain, Professeur, traitera des Métaux, les mardis, à 11 heures (Certificat de Chimie générale).

M. M. Guichard, Professeur, Analyses et Mesures chimiques, les mercredis et vendredis, à 10 h. 1/2.

Mme Ramart-Lucas, Professeur, traitera des généralités et de la Série acyclique, les lundis, à 10 h. 1/2, et samedis à 9 heures (Amphithéâtre).

M. P. Job, Professeur, Thermodynamique chimique, les lundis, à 9 heures et samedis, à 10 h. 1/2.

M. Gain, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Chimie générale (12, rue Cuvier), les jeudis, de 16 h .1/2 à 18 h. 1/2, et les vendredis, de 13 h. 3/4 à 17 heures.

Chimie biologique. — M. Gabriel Bertrand, Professeur, traitera de la composition élémentaire de la matière vivante, les mardis et vendredis, à 17 heures 1/2, à l'Institut Pasteur, 28, rue Dutot).

M. Javillier, Professeur, fera des Conférences (Fondation de l'Institut Pasteur) sur la Composition chimique des organismes (Préparation au Certificat d'Etudes supérieures de Chimie biologique) les lundis et jeudis, à 14 heures (Institut Pasteur, 28, rue Dutot).

Travaux pratiques, les mercredis et samedis, de 14 heures à 17 h. 1/2.

Chimie appliquée. — M. Auger, Professeur, Notions sur l'Appareillage de l'industrie chimique. L'eau. Les huiles essentielles et les parfums naturels et de synthèse, les mardis et jeudis, à 9 heures (rue Pierre-Curie).

M. Boulanger, Chef de Travaux, dirigera des Manipulations, les lundis et jeudis, à 13 h. 1/2, et les mardis et mercredis, à 14 heures, au Laboratoire d'Enseignement pratique de Chimie.

Etude des combustibles. — M. Mailhe, Professeur, traitera les lundis, à 17 h. 1/4 et les mardis, à 17 h. 1/4, de la Chimie des combustibles (Certificat de Chimie appliquée). (Amphithéâtre de Chimie) et fera 8 cours au mois de février, sur l'Hydrogénation des combustibles (Amphithéâtre de Chimie).

Minéralogie. — M. Mauguin, Professeur, exposera la Cristallographie et décrira les Espèces minérales, les mercredis et samedis, à 8 h. 3/4 (Amphithéâtre de Minéralogie). Travaux pratiques, les mêmes jours, de 9 h. 3/4 à 12 heures.

Zoologie. — M. Ch. Pérez, Professeur, traitera des Plathelminthes, les lundis, à 9 h. 1/2 et des Insectes, les mardis, à 9 h. 1/2 (Amphithéâtre Milne-Edwards).

M. Prenant, Professeur, traitera des Prochordés et des Sauropsidés, les mercredis, à 16 heures, et les vendredis, à 9 heures (Amphithéâtre Milne-Edwards).

Mlle L. Dehorne, Chef des Travaux, dirigera les manipulations de Zoologie, les jeudis, à 9 heures.

Anatomie et histologie comparée. — M. Wintrebert, Professeur, dirigera des Conférences sur les recherches en cours au Laboratoire, les vendredis, à 16 heures.

Evolution des êtres organisés. — M. Caullery, Professeur, traitera de l'Hérédité et de la Variation, les mercredi, à 14 heures, et les samedis, à 10 h. 1/4, des Phénomènes initiaux du développement (genèse des gamètes, fécondation, parthénogénèse, etc., 105, boulevard Raspail.

M. F. Picard, Professeur, traitera des premiers stades du développement embryonnaire, les lundis et mardis, à 17 heures.

M. Avel, Chef de Travaux, dirigera les Travaux pratiques du Certificat de Biologie générale qui auront lieu, les lundis, de 13 h. 1/2 à 17 heures (105, boulevard Raspail).

Biologie expérimentale. — M. Et. Rabaud, Professeur. Mlle G. Cousin, assistant, dirigera, le samedi, de 14 heures à 17 heures, les Travaux pratiques préparatoires au Certificat de Biologie générale, au Laboratoire de Biologie expérimentale.

Physiologie générale. — M. Lapicque, Professeur, étudiera l'excitabilité en fonction du temps et diverses applications physiologiques de la chronaxie, les mercredis et vendredis, à 17 heures 1/4 (Amphithéâtre de Physiologie).

M. Laugier, Maître de Conférences, dirigera les mardis, à 17 heures 1/4 et les samedis, à 15 heures 1/2, les Conférences préparatoires au Certificat de Physiologie générale.

Botanique. — M. Dangeard, Professeur, traitera des Végétaux cryptogames, les mardis, à 14 heures, et les vendredis, à 15 h. 1/2 (Amphithéâtre Cauchy).

M. Blaringhem, Professeur, traitera de la reproduction des Plantes vasculaires dans ses rapports avec l'hérédité, les mardis et jeudis, à 16 heures (Amphithéâtre Cauchy).

M. H. Coupin, Maître de Conférences adjoint, dirigera des Manipulations, les lundis et les samedis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2, ainsi que les jeudis, de 8 h. 1/2 à 11 h. 1/2 (3 séries).

Physiologie végétale. — M. Molliard, Professeur. M. Combes, Maître de Conférences (Fondation du Ministère des Colonies), (Préparation aux Certificats de Physiologie générale et de Botanique), traitera des constituants chimiques des tissus, les lundis, à 17 heures, et les vendredis, à 10 h. 12 (Amphithéâtre Cauchy).

M. Combes, Maître de Conférences, dirigera les Travaux pratiques de Physiologie végétale, les mercredis, à 8 h. 1/2, et les jeudis, à 13 h. 1/2 (Réservés aux candidats de Physiologie générale).

Géologie. — M. Charles Jacob, Professeur, traitera des Temps secondaires, les vendredis, à 14 h. 1/4 et samedis, à 17 heures (Amphithéâtre de Géologie).

M. Joleaud, Professeur, fera des Conférences de Paléontologie (Invertébrés), les mercredis et jeudis, à 11 heures (Amphithéâtre de Géologie).

M. A. Michel Lévy, Professeur, fera des Conférences de Pétrographie, les lundis et mardis, à 11 heures (Amphithéâtre de Géologie).

M. A. Lanquine, Chef des Travaux, dirigera les travaux pratiques de Géologie, les mardis, mercredis et jeudis, de 9 heures à 11 heures.

Géologie structurale et géologie appliquée. — M. Léon Bertrand, Professeur, traitera de la structure des grandes régions géologiques extra-européennes, les vendredis, à 10 h. 3/4; des combustibles minéraux et de quelques autres questions de géologie appliquée, les jeudis, à 9 h. 1/2 (191, rue Saint-Jacques).

M. P. Viennot, Maître de Conférences, traitera de la structure géologique des grandes régions françaises, les lundis, à 17 h. 1/2, et des gîtes métallifères, les mercredis, à 17 h. 1/2 (191, rue Saint-Jacques).

M. Barrabé, Chef des Travaux, dirigera les mardis, de 14 à 17 heures, les travaux pratiques préparatoires au

Certificat de Géologie appliquée (191, rue Saint-Jacques).

Géographie physique et géologie dynamique. — M. Léon Lutaud, Professeur, traitera : 1° Les Alpes, étude régionale détaillée, les jeudis, à 14 h. 1/2 (Amphithéâtre de Géologie); 2° Questions de géodynamique externe en vue du Certificat, les lundis, à 14 h. 1/2.

Il fera en outre, au Laboratoire, des conférences spéciales, préparatoires à la recherche sur le terrain, les jeudis, à 16 heures.

M. Labrouste, Professeur, fera des Conférences de climatologie (méthodes d'observations et résultats généraux), les samedis, à 10 h. 1/2 (Laboratoire de Géographie physique).

M. Jacques Bourcart, Chef des Travaux, fera les lundis, à 16 heures, au Laboratoire, des Conférences de Topographie (Astronomie de position et méthodes de la Géodésie élémentaire). Des exercices complémentaires auront lieu au Laboratoire, les samedis, à 14 h. 1/2. Il fera, les mercredis, à 15 heures, des Conférences de Géologie dynamique sur le programme du Certificat.

Enseignement préparatoire au certificat d'études Physiques, Classiques et Naturelles.

Physique. — 1re *Section.* — M. Pauthenier, Professeur, traitera les lundis, mercredis et vendredis, à 9 h. 1/4 : Mécanique physique, Chaleur, Electricté.

2e *Section.* — M. A. Dufour, Professeur, traitera les mardis, jeudis et samedis, à 9 heures : Mécanique physique, Chaleur, Electricité.

3e *Section.* — M. M. Curie, Maître de Conférences, traitera les mardis, jeudis et vendredis, à 14 heures : Mécanique physique, Chaleur, Electricité.

Conférences préparatoires aux Certificats d'études S. P. C. N. — M. P. C., les lundis, à 16 h. 1/2.

M. Chéneveau, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Physique :

1re Section : les mardis et samedis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 3/4;

2e Section : les lundis et vendredis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 3/4;

3e Section : les vendredis et samedis, de 8 h. 3/4 à 11 h. 3/4.

Chimie. — 1re *Section.* — M. Freundler, Professeur, traitera les mardis, jeudis et samedis, à 9 h. 1/4, des Métaux, des fonctions organiques et des composés biologiques les plus simples.

2e *Section.* — M. Péchard, Professeur, traitera les lundis, mercredis et vendredis, à 10 heures, des Métalloïdes et des Métaux.

3e *Section.* — M. Bourguel, Maître de Conférences, traitera la Chimie générale et la Chimie des Métalloïdes, les lundis à 11 heures et les mardis et jeudis, à 14 heures.

Les mercredis à 16 h. 1/2, Conférences de S. P. N. C. et M. P. C.

M. Gain, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Chimie :

1re Section : les lundis et mercredis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.

2e Section : les mardis et jeudis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.

3e Section : les lundis et jeudis, de 8 h. 1/2 à 11 heures.

Zoologie. — M. Bohn, Maître de Conférences, traitera de la Morphologie, Biologie animale.

1re Section : les mercredis et vendredis, à 10 h. 1/4.

2e Section : les mardis et jeudis, à 10 h. 1/4.

M. N...,

M. N..., Chef de Travaux, dirigera les Manipulations de Zoologie, les lundis, mardis, mercredis et jeudis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 1/2 (1re et 2e sections), les mardis et mercredis, de 8 h. 3/4 à 11 h. 1/2 (3e section).

Botanique. — M. Guilliermond, Professeur, traitera de l'Anatomie et de la Physiologie végétale.

1re Section : les lundis, à 10 h. 1/4.

2e Section : les samedis, à 10 h. 1/4.

3e Section. — M. N..., Maître de Conférences, traitera de la nutrition et de la reproduction des végétaux, les vendredis, à 15 h. 1/4.

M. Dauphiné, Chef des travaux pratiques, dirigera les Manipulations de Botanique, les jeudis et vendredis, de 14 h. à 17 h. (1re Section), les mercredis et samedis, de 14 h. à 17 h. (2e Section), les mercredis et samedis de 8 h. 1/2 à 11 h. 1/2 (3e Section).

Géologie. — M. A. Dereims, Professeur, fera, les mardis et jeudis, à 16 h. 1/2, des leçons de Géologie préparatoire au Certificat S. P. C. N. à partir du 20 novembre.

Les leçons seront complétées par des travaux pratiques et des excursions.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les fleurs des jardins, par A. Guillaumin, Sous-directeur du laboratoire de Culture du Muséum national d'Histoire naturelle. *Tome II :* Les Fleurs d'été (Première partie) (*Encyclopédie pratique du Naturaliste*, t. XVI). Un vol. relié 12 × 16 de 174 pages avec 64 planches en couleurs et 91 figures. Paul Lechevalier, Paris. — Prix : 36 fr.

Tous les amateurs de fleurs, tous les génétistes et les botanistes accueilleront avec plaisir ce petit livre où sont décrites et fort bien figurées une partie des fleurs d'été étudiées par M. Guillaumin dans les trois volumes qu'il a entrepris de publier sur les Fleurs des jardins.

Dans les quatre-vingts premières pages, l'auteur a groupé tous les renseignements utiles sur le matériel horticole, les travaux du jardin d'agrément, le tracé des corbeilles et plates-bandes, la multiplication des plantes, etc... La seconde partie du volume est occupée par l'atlas de 64 belles planches en couleurs accompagnées de leur texte explicatif. Les plantes étudiées n'y sont pas décrites sommairement ainsi qu'il en est dans beaucoup d'ouvrages horticoles, mais y sont pour chaque espèce l'objet d'une diagnose détaillée; en outre, sur chacune des planches coloriées le bulbe, le rhizome, ou la graine et la germination de celle-ci sont représentées à côté de la plante.

Dans le texte les données purement botaniques sont suivies de renseignements pratiques sur le mode de végétation, la hauteur de la plante étudiée, la couleur de ses fleurs et le moment de leur épanouissement, le mode de culture, l'emploi dans les jardins, les diverses variétés, l'habitat, la répartition géographique, la date d'introduction en Europe, les usages, et même, quand il y a lieu, sur les insectes nuisibles, les maladies et les moyens de traitement ou de protection.

En somme, les lecteurs de ce petit livre, quels qu'ils soient, sont assurés d'y trouver sur le sujet qui les intéresse tous les renseignements scientifiques ou pratiques qui peuvent leur être utiles. Comme tous les volumes de l'*Encyclopédie pratique du Naturaliste*, il est susceptible de rendre service aussi bien aux professionnels qu'aux amateurs.

A. F.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 19 — 69e ANNÉE — 10 OCTOBRE 1931

L'ACTION SOLAIRE SUR LA TERRE

par Albert NODON

Docteur ès Sciences
Président de la Société astronomique de Bordeaux

Le Soleil, qui fait partie des étoiles de la classe G, a dépassé son maximum d'activité ; il s'achemine vers le déclin.

Les raies spectrales caractérisant cette classe d'étoiles sont rares en hydrogène, elles sont riches en calcium ; on y découvre également d'autres métaux, tels que magnésium, le fer, le titane. Le Soleil, comme la plupart des étoiles, paraît constitué par une masse ionisée, soumise à des températures et à des pressions excessives ; sa densité dans les parties centrales, est comparable à celle du fer.

La matière solaire est soumise à deux actions mécaniques contraires qui s'équilibrent : la *gravitation* et la *pression de radiation*. La forme sensiblement sphérique du Soleil, paraît être la conséquence de l'action résultante de ces deux foces antagonistes, maintenant la masse de l'astre en état d'équilibre, sous son volume minimum. Mais il résulte précisément de cet état d'équilibre, que les plus légères variations dans l'une ou l'autre des deux forces opposées, est susceptible d'apporter des troubles dans les régions où l'équilibre est rompu.

Il semble probable que les plus faibles actions gravitatives, provenant de masses extérieures, sont susceptibles de provoquer des troubles sur les points de la surface solaire soumis plus particulièrement à ces actions. Divers physiciens ont pensé que les attractions dues aux planètes peuvent provoquer de tels effets, se manifestant par la formation de taches et de facules. En réalité, les perturbations continuelles dont la surface solaire paraît être le siège, n'ont pas reçu d'explication définitive ; et nous ignorons encore les lois qui président à la formation des taches et des facules ; de même que celles dont dépendent les périodes de maximum et de minimum d'activité ; ainsi que les causes des déplacements des foyers solaires d'un hémisphère à l'autre pendant ces périodes.

L'observation directe et la photographie, montrent la chromosphère dans un état d'agitation et de bouillonnement continuels, où les plus grands troubles se manifestent sous les apparences de facules, de protubérances, de filaments, etc.

La chromosphère est elle-même entourée d'une enveloppe extérieure, paraissant formée de poussières et de gaz dilués ; cette enveloppe coronale ou *couronne*, semble également soumise à des transformations continuelles, probablement liées à celles de la chromosphère. On y voit pendant les éclipses solaires, d'immenses jets de matière lumineuse atteignant parfois plusieurs diamètres solaires, principalement pendant les périodes d'activité.

Cette couronne joue du reste, un rôle encore

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

inconnu dans les manifestations solaires. Son étude régulière par les nouvelles méthodes de M. Lyot, permettront sans doute d'élucider ces questions.

Pour l'instant, nous en sommes réduits à l'étude des effets visibles sur la chromosphère et leurs réactions plus ou moins directes sur la Terre. L'étude spectrale de ces phénomènes nous a déja permis de déterminer la composition chimique des gaz de la chromosphère ; leur proportion relative, leur pression, leur température et leur degré d'ionisation. Nous possédons de la sorte des renseignements assez complets sur l'état chimique, physique et mécanique des taches, des facules, des protubérances et des filaments. Mais nous ne savons encore rien de précis sur la nature intime de ces phénomènes.

Les méthodes bolométriques permettent de mesurer la température des diverses régions de la surface de l'astre, ainsi que la quantité de chaleur qu'elle rayonne dans l'espace. Ce rayonnement semble du reste, soumis à des variations continuelles, ainsi que les actions électriques qui en paraissent dépendre. L'action électrique du soleil fut signalée pour la première fois, en 1885, à la suite de recherches faites à la Sorbonne et au Collège de France (1). Il semble probable que des masses gazeuses fortement électrisées se déplaçant rapidement dans les régions voisines des taches, car M. Hale en appliquant des méthodes optiques appropriées, y a mis en évidence la présence de champs magnétiques. Cette étude magnétique nous indique le sens probable de rotation des masses électrisées, mais elle ne nous fournit pas de renseignements précis sur la nature des charges solaires Nous ignorons donc encore quel est le signe et la grandeur des charges électriques de la chromosphère et de la couronne, ainsi que leur répartition et les causes de leurs variations.

Arrhénius, à la suite de considérations personnelles, admit que la surface solaire pouvait être estimée à environ 250 milliards de Coulombs. Quoi qu'il en soit de l'état actuel de nos connaissances sur les actions solaires à distance, il semble à peu près certain que c'est à ces actions que sont attribuables les multiples manifestations que l'on constate dans l'économie terrestre. Afin de mieux préciser ces actions, nous les passerons rapidement en revue, depuis les radiations solaires les plus longues jusqu'aux plus rapides.

L'énergie résultant des radiations solaires.

L'exposé précédent montre que l'on peut retenir parmi les principales actions solaires : celles d'origine électrique (du reste encore indéterminée); les effets thermiques dus aux radiations infrarouges ; les actions lumineuses et ultraviolettes ; et enfin des ultraradiations encore à peine entrevues.

Cet ensemble d'ondes constitue une source permanente d'énergie, se manifestant tantôt sous une forme immédiate, tantôt sous une forme différée, libérable à une échéance plus ou moins éloignée.

Les ondes calorifiques constituent une source d'énergie aux formes multiples, telles que l'évaporation des mers ; la formation des nuages et des pluies, les courants aériens et sous-marins, l'entretien de la vie cellulaire chez les animaux et les végétaux, etc.

Les ondes lumineuses contribuent pour leur part, à un grand nombre d'actions chimiques ; ces ondes secondées par les ondes infrarouges, ont une action primordiale dans la formation des tissus vivants. C'est grâce à de telles actions s'exerçant d'une façon continue depuis des millions d'années, sur les cellules végétales, que les forêts ont pu former les immenses ressources houillères, constituent pour nous, une source d'énergie solaire exploitable après des milliers d'années. Les radiations violettes et ultraviolettes les plus longues, ont également une action importante sur la vie cellulaire. Quant aux ondes très courtes absorbées par la haute atmosphère, elles sont probablement transformées en énergie calorifique dont les effets se font ensuite sentir à la surface du sol.

Quant aux ultraradiations, elles sont sans doute en majeure partie absorbées par les couches profondes de la terre, où elles provoquent des effets d'ionisation encore inconnus ainsi qu'un dégagement de chaleur. Elles ne sont peut-être pas étrangères à la formation des courants telluriques et des séismes ?

Quant aux actions électriques d'origine solaire, elles paraissent également constituer une source d'énergie importante dans la vie terrestre.

Les actions thermiques solaires.

Il est certain qu'en l'absence de chaleur solaire, le monde tel que nous le connaissons, ne pourrait exister.

C'est sous son action bienfaisante que l'atmosphère est sans cesse renouvelée par les vents ; que les nuages et la pluie se forment, et c'est sous l'influence de ces actions que chaque pays jouit d'une climatologie particulière. Ce sont les variations continuelles auxquelles est soumise la radiation solaire que sont dues pour une grande part, les changements météorologiques. MM. Abot et Clayton ont mis en évidence les réactions générales que provoquent

(1) *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 5 août 1889. Etude sur les phénomènes électriques solaires, par Albert Nodon.

les variations de la constate solaire. Ces physiciens ont observé qu'une variation de quelques millièmes de calorie par centim. carré, était la cause probable de troubles atmosphériques importants.

M. Clayton, en particulier, a déduit de nombreuses observations calométriques, que l'accroissement de la radiation solaire se manifestait par une élévation de la température dans les régions tropicales, accompagnée dans ces régions, d'une diminution de la pression atmosphérique suivie de pluies abondantes. Au contraire, les effets sur la pression et sur les précipitations atmosphériques sont inverses dans les zones tempérées situées entre 40° et 60° de latitude. Suivant M. Clayton, l'effet de la radiation solaire, dépend en majeure partie de la position du centre d'action de l'atmosphère et de son obliquité.

L'étude spectrale de la radiation solaire permet, d'autre part, de déterminer la nature des variations apportées dans les diverses périodes énergétiques. MM. Abbot et Clayton ont montré qu'un accroissement dans l'activité solaire se traduisait par une extension simultanée du spectre dans l'infrarouge et dans l'ultraviolet. Ces résultats montrent l'importance qu'il y a en météorologie d'effectuer dans des observatoires spécialement outillés pour ce genre de recherches, une étude journalière et méthodique des variations thermiques et spectrales de l'émission solaire.

Les actions électromagnétiques.

Il résulte de recherches faites à Bordeaux, au Pic du Midi, dans les Pyrénées-Orientales et au Sahara, depuis l'année 1907, que les variations observées sur l'électromètre, ainsi que celles fournies par le magnétomètre, paraissent concorder avec les troubles solaires et avec les perturbations atmosphériques et sismiques. Les manifestations électriques et magnétiques sont plus grandes, à haute altitude que dans la plaine. Les troubles les plus accusés paraissent concorder avec le passage au méridien central de gros foyers solaires composés de nombreuses petites taches de facules, en pleine évolution. Des recherches quotidiennes sont poursuivies dans ce sens depuis plus de six années à l'Observatoire de physique terrestre de Santiago de Chile, sous la direction de M. Boustos Navarrete. Un magnétographe Nodon est soigneusement mis à l'abri des perturbations extérieures dans des caves profondes, fournit des graphiques journaliers qui sont comparés à ceux que donnent d'autres instruments très sensibles renseignant sur l'état sismique, la pression atmosphérique, les courants telluriques, les troubles lointains de l'atmosphère, la température solaire, l'étendue des taches et des facules. On se rend facilement compte par l'étude de ces graphiques, que les variations électromagnétiques suivent de très près la plupart des autres troubles terrestres, en particulier les troubles telluriques, calorifiques et solaires. On observe parfois des troubles électromagnétiques importants en l'absence de manifestations solaires visibles. Les effets magnétiques, ainsi que les autres effets terrestres concomitants, présentent alors une importance prépondérante, pendant les périodes de minimum solaire, car ils paraissent alors être le reflet d'actions solaires invisibles.

Pendant certaines périodes d'activité électromagnétique, on observe des oscillations brusques et rythmées, dont la période moyenne est d'environ 7 secondes, aussi bien sur l'électromètre que sur le magnétographe. Les variations rapides ne peuvent être, du reste, décelées que par des instruments à moment d'inertie extrêmement petit. Leur durée est parfois éphémère ; elles apparaissent le plus souvent brusquement et disparaissent aussi rapidement. Elles se continuent parfois pendant des mois entiers, particulièrement pendant les périodes de grands troubles ; on les observe en particulier pendant les périodes de maximum, lors des passages de gros foyers doubles et diamétraux qui persistent pendant plusieurs rotations solaires.

L'observation démontre d'autre part, qu'il existe des relations intimes entre les troubles électromagnétiques et les troubles atmosphériques et sismiques, ainsi qu'avec la transmission des ondes électromagnétiques.

On observe également des relations étroites entre l'émission des ultraradiations et les divers troubles précédents, sans qu'il soit encore possible de donner aucune explication plausible sur ces relations.

L'utilité d'observations continues du Soleil.

M. Henri Mémery, de Bordeaux, effectue depuis plus de trente années, des observations journalières sur l'état de la surface solaire, dont il a pu déduire des conséquences importantes pour la météorologie et la prévision du temps. Une étude photographique journalière du soleil fait également l'objet de recherches dans divers Observatoires, permettant de suivre d'une façon permanente l'état de cet astre.

Signalons à titre indicatif, quelques déductions tirées de l'observation solaire. Dans l'Ouest de l'Europe, et plus particulièrement en France, le retour de gros foyers réguliers entourés de plages faculaires étendues, en l'absence d'autres foyers surtout pendant les périodes d'augmentation d'activité solaire se rapprochant d'un maximum, est généralement suivi d'un régime de haute pression, de vents faibles et de beau temps. Leur passage au méridien central

concorde le plus souvent, avec de fortes chaleurs en été, et avec un temps doux en hiver. On observe dans les mèmes circonstances, une diminution de l'intensité magnétique. Au contraire, la formation de foyers étendus composés d'un grand nombre de petites taches en évolution, est accompagnée de dépressions venant de l'Atlantique, puis de tempêtes et de pluies ; ou bien d'orages en été, avec un accroissement magnétique. Dans ces circonstances, la température est douce en hiver et modérée en été. D'autre part, la formation de foyers suivie d'une disparition rapide de ceux-ci, est presque toujours accompagnée d'un régime de hautes pressions ; de vents du Nord, et d'un vif abaissement de la température ainsi que d'une diminution magnétique. Ces disparitions rapides correspondent aux périodes de froids hivernaux qui se prolongent s'il survient une série successive de disparitions de foyers. Ces périodes correspondent aux hivers rigoureux et prolongés, etc.

Il existe un grand nombre d'autres déductions analogues dont on peut tirer un précieux parti en météorologie et dont M. Mémery a fait une étude très précise. Citons à ce propos un exemple intéressant. Dans la matinée du 6 novembre 1918 (c'est-à-dire vers la fin de la guerre), un groupe de taches se formait au centre du soleil, alors qu'un autre groupe disparaissait au Nord-Ouest de l'astre. Or, la formation et la disparition simultanée de deux foyers pendant les mois d'hiver, précède généralement l'apparition d'un temps brumeux et d'une température supérieure à la normale. Le magnétographe était sensiblement fixe et cet état magnétique stationnaire ne permettait pas de prévoir des perturbations importantes pendant les deux ou trois jours suivants. C'est-à-dire que la présence d'un foyer au méridien central, sans troubles magnétiques, faisait présager une température douce accompagnée d'un temps nébuleux sans pluies immédiates. Sur la demande du Ministère de la Guerre qui avait alors le plus grand intérêt à connaître à l'avance, l'état probable de l'atmosphère dans le Nord et dans l'Est principalement, le télégramme suivant fut expédié le 6 novembre à midi : « Temps probable : nébuleux, couvert, avec température douce pendant deux ou trois jours ».

Ces prévisions se réalisèrent en tous points. Le temps resta même si nébuleux dans la plus grande partie de la France, qu'on ne put observer le soleil pendant les jours suivants ; ce qui rendit impossible d'autres observations solaires complémentaires.

Des observations analogues furent poursuivies dans les Pyrénées pendant les années 1922, 1923, 1924, et les graphiques résumant ces résultats montrèrent des relations évidentes entre les actions solaires, le magnétisme et l'état de l'atmosphère (1).

On remarque sur ces graphiques une grande régularité dans les positions successives des pointes de maxima et de minima, correspondant aux intensités magnétiques et concordant avec les dates des passages mensuels des foyers d'activité au méridien central, dans les deux hémisphères solaires. Une étude raisonnée de l'état physique de la stratosphère et de la troposphère aux époques de fortes variations électromagnétiques, ainsi que de celle de la température, de l'état hygrométrique, de la pression, etc., fournissent de précieuses indications pour les prévisions atmosphériques, quelques jours à l'avance.

Si nous constatons par exemple, que pendant la saison d'hiver, l'état hygrométrique est élevé, le ciel nuageux, le temps pluvieux et froid ; et si dans ces circonstances, de gros foyers solaires en état d'agitation, se forment au voisinage du méridien central, on constate un accroissement de l'intensité magnétique. Des sondages aériens montrent en même temps une forte élévation de la température dans la stratosphère, accompagnée d'une circulation de vents chauds du Sud vers le Nord. Si l'augmentation magnétique persiste, sans troubles magnétique secondaires, on constate dans les vingt heures suivantes un changement complet dans l'état de l'amosphère du en majeure partie à la descente progressive de l'air chaud des hautes régions vers le sol. En effet, l'élévation de la température produisant un accroissement de tension de la vapeur d'eau, les nuages se dissolvent dans l'atmosphère, la pluie diminue, puis cesse et le beau temps reparaît ; enfin, la température redevient douce sous l'influence de vents du Sud.

Mais, si au contraire des troubles électromagnétiques se manifestent pendant la période d'accroissement magnétique, les effets atmosphériques sont alors bien différents. La pression atmosphérique s'abaisse rapidement ; une tempête d'Ouest surgit dans les vingt heures suivantes, amenant des pluies abondantes et un abaissement sensible de la température.

Un exemple suggestif de ces divers phénomènes fut noté dans la journée du 16 janvier 1923. La composante horizontale augmenta rapidement, dans l'espace de quelques heures. On observa en même temps la formation d'un foyer solaire de grande étendue en plein état d'agitation. De violents troubles électromagnétiques se manifestèrent bientôt, et ils devaient, du reste, persister pendant les dix jours qui suivirent.

Qu'en est-il résulté au point de vue atmo-

(1) Le magnétisme et l'état de l'atmosphère (*Science moderne* d'octobre 1924. A. Nodon).

sphérique ? Le 16 janvier, une profonde dépression fut signalée en Pologne, mais l'état général de l'atmosphère restant favorable, et rien n'annonçant dans le régime des vents, des pressions, ni dans l'état nuageux, l'appoche d'une perturbation importante, on ne s'inquiéta guère de la dépression en Pologne. Le temps continua du reste à se maintenir au beau pendant la journée suivante du 17 janvier, ainsi que pendant la matinée du 18. Toutefois, la persistance tout à fait inquiétante des troubles solaires et électromagnétiques, nous firent annoncer à Bordeaux, dès le 17 janvier, l'approche certaine d'une profonde modification dans l'état général de l'atmosphère en Europe et dans l'Afrique du Nord, et l'arrivée très probable d'une forte bourrasque d'Océan, accompagnée d'orages, avec centre cyclonique secondaire en Méditerrannée. Il eût été de toute urgence d'éviter dès le 18 janvier, tout départ d'avions, de dirigeables et de navires. Mais le temps général en Europe, était encore beau pendant la matinée du 18, et rien n'annonçait, d'une façon précise, l'arrivée soudaine de la violente bourrasque qui survint quelques heures après. Aussi donna-t-on en haut lieu, l'ordre malencontreux au dirigeable le *Dixmude* de prendre l'air en toute sécurité, et aux navires de prendre la mer dans les ports. La bourrasque inévitable qui survint subitement dans la soirée au 18 janvier 1923, recouvrit rapidement l'Europe entière, s'étendant sur la Méditerranée et l'Afrique du Nord. Elle fut accompagnée d'orages et de pluies abondantes, et la température resta douce pour la saison, durant toute la durée des troubles.

On ne sait malheureusement que trop bien qu'elles furent les conséquences désastreuses de la randonnée du *Dixmude* à travers la tourmente et les orages. On eut également à déplorer la perte de nombreux navires pendant cette longue période de bourrasques et de tempêtes, qui ne cessa qu'après le retour au calme solaire et magnétique.

On avait de même observé, à la fin de l'année précédente, du 25 au 31 décembre 1912, un passage de gros foyers solaires en activité, qui avait provoqué un accroissement brusque de l'intensité magnétique, accompagné de troubles électromagnétiques secondaires, amenant en Europe une forte élévation de la température, ainsi que des troubles atmosphériques, qui se manifestèrent sur le globe tout entier. En effet, des tempêtes furent signalées sur l'Océan Atlantique et sur la Méditerranée. Des cyclones et des orages ravagèrent l'Angleterre. Ces troubles s'étendirent du reste bien au-delà de l'Europe. On observa, en effet, du 25 au 30 décembre 1912, au Sahara, dans la région du Grand Désert de Tanérouf ; un violent simoun, dont la cause fut certainement identique. On nota en même temps, une élévation excessive de la température dans toute l'Afrique, et de violents orages dans l'Amérique du Sud. Une telle concordance dans les actions solaires magnétiques et les troubles mondiaux semble être suffisamment démonstrative.

L'action solaire et les courants telluriques.

La formation des courants telluriques semble également dépendre de l'action solaire, bien que le mécanisme n'en soit pas encore expliqué. Les mesures journalières de l'Observatoire de l'Ebre permettent de tirer des conclusions intéressantes à ce sujet. On découvre des concordances remarquables entre les maxima d'activité solaire et les courants telluriques. En effet, les courants se dirigeant dans les directions Nord-Sud et Est-Ouest varient en sens contraire, et les variations sont beaucoup plus accentuées dans la première direction que dans la seconde.

La composante horizontale subit des variations semblables à celles des courants telluriques. Par exemple, du 23 au 24 novembre 1916, l'état solaire était calme, les courants telluriques étaient réguliers et la composante horizontale sensiblement constante ; le temps général était également beau. Mais, brusquement, le 26 novembre 1916, une forte perturbation solaire se produisit, concordant avec de forts troubles électromagnétiques et avec un changement complet dans l'état de l'atmosphère.

Des résultats analogues furent du reste observés dans les Pyrénées, pendant l'année 1921. Les graphiques résumant ces résultats montrent un accord remarquable entre l'activité solaire, la composante horizontale, la décharge de l'électromètre et les courants telluriques (1).

Ces recherches démontrèrent, en outre, que les variations d'intensité et de direction des courants nord-sud précédèrent les changements dans l'état du temps ; troubles de l'atmosphère se produisant généralement une vingtaine d'heures après ces pronostics.

M. Bosler est parvenu récemment à des conclusions analogues quant à l'origine et au rôle probables des courants telluriques dans l'économie terrestre (2). On sait également que les conducteurs aériens vibrent fortement une vingtaine d'heures avant l'arrivée des troubles atmosphériques et ces phénomènes, probablement d'origine électrostatique, concordent avec les troubles solaires et électromagnétiques (2).

L'action solaire et les séismes.

Les séismes se manifestent d'une façon par-

(1) *La Nature*, 14 janvier et 2 décembre 1922. Recherches par Albert Nodon.

(2) *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 17 novembre 1930. J. Bosler.

ticulièrement fréquente au voisinage des grandes cassures terrestres. Il paraît également exister des relations (d'ordre encore inconnu), entre l'action solaire et les séismes. De nombreuses observations faites dans ce sens,par M. Bustos Navarrete, depuis plus de six années à l'Observatoire de Physique terrestre del Salto, à Santiago de Chile, ont démontré que les séismes paraissent être étroitement liés aux perturbations électromagnétiques et solaires. Ces observations furent faites à l'aide de méthodes déjà utilisées à Bordeaux au moyen du magnétographe Nodon dont l'extrême sensibilité permet de mesurer les plus faibles variations d'intensité magnétique.

On avait déjà observé dès 1904, à Bordeaux, que les séismes pouvaient être annoncés par des troubles oscillatoires : électriques et magnétiques, caractéristiques. Le Bulletin de l'Observatoire de Santiago de Chili, publia, en 1927, des diagrammes du magnétographe, annonçant par un caractère oscillatoire particulier, et un jour d'avance, l'approche des violents séismes qui ravagèrent le Chili, le 23 mars 1927 ; ce cataclysme concorda avec le passage au méridien central, d'un gros foyer solaire très actif. L'instant précis de la catastrophe est indiqué sur les diagrammes par une pointe magnétique très aiguë. M. Navarrete nota en même temps des troubles analogues dans l'intensité des courants tellurgiques, qui atteignirent des valeurs élevées. Il paraît donc y avoir simultanéité entre certaines actions solaires (encore mal définies), les actions électriques, telluriques et magnétiques. Ces violents troubles sont le plus souvent accompagnés de volcanismes, de cyclones et de tempêtes, dont les lieux de formation paraissent identiques.

L'origine solaire des principaux troubles atmosphériques.

Marchand, ancien Directeur de l'Observatoire du Pic du Midi, fut l'un des premiers à étudier les relations entre les actions solaires, magnétiques et atmosphériques.

Dans une remarquable étude présentée au Congrès international de météorologie de 1900, sur les relations des phénomènes solaires avec ceux de la physique terrestre, il signala entre autres observations importantes : « Les facules tournent comme les taches avec une vitesse dépendant de leur latitude ». « Chacun des maxima de la courbe des perturbations magnétiques coïncide avec le passage au méridien central d'une région d'activité du soleil et réciproquement ».

« C'est surtout aux régions d'activité très persistantes que se rattachent les fortes perturbations magnétiques, et celles-ci se produisent aussi bien lorsqu'il n'y a que des facules que lorsqu'il y a en même temps des taches ». Marchand constata, en outre, que le retard moyen entre le passage des foyers solaires au méridien central et les perturbations magnétiques était d'environ 4 h. 20, fait dont il ne tira aucune conclusion.

D'autre part, ce distingué physicien vérifia que de 1885 à 1891, toutes les aurores boréales observées en Europe, à une latitude inférieure à 55°, ont coïncidé avec une perturbation magnétique plus ou moins forte et avec le passage au méridien central apparent, d'une région d'activité du soleil. Nordenskield a cherché à mesurer, en 1882, à Stockholm, l'énergie mise en jeu dans les aurores boréales, qu'il estima à plus d'un milliard de chevaux-vapeur ; il paraît du reste probable que l'énergie développée pendant les grands troubles atmosphériques, est au moins égale à la précédente.

M. Brillouin observa, dans un autre ordre d'idées, que la formation des courants dérivés dans l'Europe occidentale, sur la droite du courant équatorial (Gulf-Stream aérien), laquelle se produit chaque fois qu'un foyer solaire apparaît sur le bord occidental de l'astre. De son côté, Marchand fit remarquer que les courants dérivés se produisaient plutôt au moment du passage au méridien central d'une région d'activité, renfermant ou non des taches.

Il résulterait de ces dernières observations de Marchand que les régions actives du soleil paraissent conserver une position permanente sur le soleil, et que les actions électriques qu'elles produisent à distance, sont quelquefois indépendantes des actions calorifiques et lumineuses qui constituent les taches et les facules. Ce fait important permettrait d'expliquer bien des troubles que l'action des taches et les facules sont insuffisants à éclaircir, ainsi que des perturbations électriques et magnétiques se manifestant aux époques d'absence de taches et de facules, telles qu'aux périodes de minimum. Les perturbations électromagnétiques d'origine solaire paraissent avoir un rayon d'action bien délimité ; selon Maunder, ces actions proviennent d'un faisceau étroit tournant avec le soleil de telle sorte que le commencement des orages magnétiques se produit brusquement. Les conclusions générales de Marchand sur l'ensemble des actions solaires sont les suivantes : « Un certain nombre de phénomènes terrestres : orages magnétiques, orages électriques, aurores polaires, etc., tendent à se produire chaque fois qu'une région d'activité du soleil passe au méridien central du disque, mais il faut en outre, pour la production de quelques-uns d'entre eux, que certaines conditions atmosphériques locales soient réalisées ».

Des graphiques résumant la fréquence des taches, des perturbations magnétiques et des aurores polaires, de 1845 à 1930, démontrent

que ces trois classes de phénomènes suivent des lois identiques. En traçant d'autre part ces graphiques représentant pendant les divers mois de l'année, l'évolution des taches et des facules, des cyclones sur le Pacifique, l'Atlantique, l'Océan Indien et les Grands Lacs d'Amérique, ainsi que l'état de l'atmosphère en divers points du globe, on reconnaît également que les cyclones ont lieu pendant les périodes d'activité solaire, principalement lors de leur passage au méridien central ; et, d'autre part, leur fréquence et leur intensité présentent un maximum général d'octobre à décembre et un minimum de mars à avril. Les points de formation des cyclones sont sensiblement situés sur mer au voisinage des côtes et des grandes cassures terrestres. Ces foyers subissent des déplacements en latitude, suivant les saisons. Quant au mécanisme de leur formation, il est encore inconnu. On sait seulement qu'ils prennent naissance aux époques de grande activité solaire et électromagnétique. Leur formation ayant lieu dans les régions tropicales voisines des grandes cassures terrestres, l'atmosphère de ces régions est surchauffée et fortement ionisée par des émanations d'origine radioactive sortant de failles profondes. Il semblerait assez logique d'admettre, au moins provisoirement, que les masses conductrices chaudes et saturées d'humidité s'élèvent à une grande hauteur et subissent dans les régions supérieures de l'atmosphère, l'action solaire leur communiquant, pendant les périodes d'activité, des charges électriques considérables.

Ces masses d'air électrisées et saturées d'humidité acquièrent une grande vitesse de translation de l'Ouest vers l'Est, se manifestant sous forme d'ondes de compression successives.

Les grands courants atmosphériques qui prennent ainsi naissance, ont souvent une largeur égale à celle d'un continent ; ils affectent une trajectoire sensiblement curviligne à cycle fermé, s'étendant du foyer de chaleur au pôle de froid. Dans la première partie du trajet, la pression atmosphérique est faible, c'est celle des régimes cycloniques. La condensation de la vapeur d'eau au sein d'une atmosphère plus froide est abondante ; la décharge de ces masses d'air fortement électrisées, donne naissance à des orages et paraît être l'une des causes probables des courants telluriques se dirigeant du pôle de froid vers le foyer de chaleur. Il se produit dans les régions parcourues par ces courants atmosphériques, des tempêtes d'Ouest et des pluies abondantes.

Dans la seconde partie du parcours, les courants se dirigent du pôle de froid vers le foyer de chaleur, fermant de la sorte la boucle du circuit. Ces courants atmosphériques amènent sur les territoires voisins du pôle de froid, des tempêtes glaciales et un air très sec. Les courants de retour circulent au voisinage du sol et forment des zones anticycloniques à pression élevée. Dans la troisième partie de leur trajet dans les régions tropicales pendant leur retour au pôle de chaleur, les courants se réchauffent et provoquent des tempêtes de sable au Sahara.

Le circuit des grands courants aériens subissant l'influence des saisons se rapproche du pôle de froid pendant l'été et s'en éloigne au contraire, pendant l'hiver. Leurs trajectoires sont, du reste, inverses dans les deux hémisphères. On constate souvent des recrudescences subites dans la violence des cyclones et des tempêtes, concordant avec celle du soleil et du magnétisme.

Les orages et l'action solaire.

Aux phénomènes précédents se rattachent les orages électriques. Les orages se manifestent principalement pendant les périodes d'activité solaire. Marchand avait observé qu'un maximum de la courbe des orages électriques correspondait presque toujours (9 fois sur 10 au moins), à un maximum de la courbe de perturbations magnétiques, sans que la réciproque fût vraie. Les orages comme les aurores polaires tendent à se produire quand une région d'activité solaire passe au méridien central. Mais, pour qu'un orage éclate en un lieu donné, il faut que certaines conditions atmosphériques soient réalisées en ce lieu. Lors même que l'on considère un territoire étendu, ces conditions peuvent manquer, et avec elles les périodes orageuses.

Les orages très violents qui ont lieu dans les régions tropicales paraissent pendre naissance comme les cyclones et les tornades, au voisinage des cassures terrestres où l'air est fortement ionisé. Dans les climats tempérés, les orages sont plus fréquents en été qu'en hiver, et se manifestent également aux époques des passages des foyers actifs au méridien central ou au bord Ouest. Les actions magnétiques et électriques devançant les périodes orageuses sont accusées par une recrudescence d'intensité des courants telluriques et du ronflement des conducteurs aériens.

La formation des orages dépend d'actions solaires encore mal déterminées, où intervient également l'action calorifique du soleil favorisant la formation de nuées épaisses nécessaires aux manifestations orageuses.

Il convient également que l'atmosphère soit fortement ionisée et conductrice dans les régions de formations orageuses. M. Dauzère a constaté que les chutes de foudre se produisent presque toujours dans les régions où les failles terrestres amènent à la surface du sol d'abondantes émanations radioactives ; et que les orages sont également fréquents au-dessus

des forêts. Or, on sait que le feuillage des forêts produit, surtout sous l'action solaire, une importante ionisation de l'atmosphère. On constate également que dans certains pays montagneux tels que les Pyrénées, les orages se forment de préférence dans les régions où l'air est fortement ionisé par des émanations radioactives du sol. L'action ionisante des radiations ultraviolettes solaires sur les cirrus situés dans les régions élevées de l'atmosphère, paraît être également une source d'effets orageux. Ce fait fut signalé pour la première fois en 1885 (*C. R. de l'Acad. des Sciences*, 3 août 1889), puis il fut étudié par MM. Marchand et Brillouin.

L'action solaire et les ondes hertziennes.

La propagation des ondes hertziennes paraît dépendre de l'état d'ionisation atmosphérique, bien que la cause précise de cette ionisation n'ait pas encore été établie. On suppose qu'elle est due à des radiations ultraviolettes provenant du soleil et peut être aussi à des radiations plus courtes, telles que des rayons X ou γ. Il pourrait également y avoir apport de corpuscules électrisés chassés directement du soleil, ou d'autres effets encore inconnus. Cependant, ce qui semble probable, c'est que la cause première de l'ionisation des hautes couches atmosphériques qui semble très probable doit être recherchée dans le soleil, car la propagation des ondes hertziennes subit les mêmes fluctuations que l'activité solaire.

Les variations régulières de l'action solaire pendant le cours de la journée paraissent se traduire par des variations correspondantes dans l'altitude des couches ionisées de la haute atmosphère. On admet généralement que cette altitude varie entre 35 et 200 kilomètres, de midi à minuit.

On constate également que l'interruption momentanée des radiations solaires, est susceptible de provoquer des troubles importants dans la propagation hertzienne. Cet effet se remarque, en particulier, pendant les éclipses solaires. Des recherches ont été faites à ce sujet par M. Stochowski pendant l'éclipse du 12 novembre 1928 à l'aide d'instruments très sensibles Ce physicien a constaté que la propagation des ondes courtes comprises entre 20 m. et 50 m., se traduisait par des pointes de maxima régulièrement espacées, de cause encore inexpliquée. Ce fait est du reste à rapprocher des oscillations électromagnétiques régulièrement rythmées qu'on a observées à Bordeaux dans les mêmes circonstances.

Le variations rapides d'activité que subit le soleil pendant le passage de certains foyers, au méridien central, paraissent produire des troubles très marqués dans la propagation des ondes hertziennes. C'est ainsi qu'au Congrès annuel de l'Union américaine de géophysique, divers physiciens, tels que MM. Austin, Bauer, Abbot, Clayton, Pickard et Kindaid, ont noté d'étroites relations entre la conductibilité de l'atmosphère et l'activité solaire. Il paraît maintenant démontré que les variations saisonnières du champ magnétique et de l'intensité des signaux hertziens, se propageant de l'Est vers l'Ouest, ont des causes communes ; très probablement d'origine solaire. En effet, des graphiques représentant de 1924 à 1930 le nombre de taches solaires, l'intensité du champ magnétique et l'intensité des signaux de T.S.F. émis par le poste de Bordeaux-Lafayette, sont presque identiques.

Malgré ces indications générales, M. Mesmy considère cette question comme incomplètement éclaircie. Il est fort probable, d'après ce physicien, qu'une part du mystère provient du fait que le nombre des taches solaires est un indice très imparfait d'un phénomène plus important dont la nature réelle nous échappe encore. On constate également que pour des causes inexpliquées, le plan de propagation des ondes hertziennes subit des variations semblables à des effets de polarisation.

Il semble du reste que la propagation hertzienne soit étroitement liée aux variations électromagnétiques qui ne dépendent pas uniquement du nombre ni de l'étendue des taches et des facules solaires. Peut-être conviendrait-il de rapprocher ces remarques de celles déjà faites par Marchand, qui attribuait les actions magnétiques solaires aux retours périodiques de foyers invisibles. Quoi qu'il en soit, on constate que la propagation des ondes hertziennes subit les variations du champ magnétique, et *grosso modo*, celle de l'activité solaire. Afin d'en citer un exemple intéressant, il suffit de rappeler que pendant une période prolongée d'activité solaire, qui eut lieu du 15 janvier au 14 mars 1926, on nota des oscillations continuelles accusées par l'électromètre et par le magnétographe. Les réceptions radiophoniques furent particulièrement mauvaises pendant cette période. Elles furent même entièrement interrompues à Bordeaux, pendant les troubles électromagnétiques les plus forts qui eurent lieu le 8 février, alors que deux foyers en état d'agitation apparaissaient au méridien central et que deux autres foyers disparaissaient au bord Ouest.

Ces troubles anormaux cessèrent brusquement le lendemain 9 février ; et les réceptions redevinrent normales.

Toutefois, les troubles reprirent ensuite, et ce ne fut que le 14 mars que le calme solaire et électromagnétique se rétablit très rapidement, et cette fois de façon définitive. L'état atmosphérique qui était resté troublé dans toute l'Europe pendant cette longue période, se rétablit rapidement ; le temps général se remit au

beau, et les réceptions radiophoniques redevinrent très bonnes.

Si l'ionisation de la haute atmosphère paraît jouer un rôle important dans le retour des ondes vers le sol, l'ionisation des couches moyennes et inférieures de l'atmosphère doit également influer sur la propagation de ces ondes. En effet, l'ionisation de l'air des forêts, des régions radioactives ou volcaniques, etc., paraît être une cause de conductibilité des couches inférieures de l'atmosphère, susceptible de produire une absorption plus ou moins complète des ondes hertziennes. Divers physiciens ont observé d'autre part, que la production des troubles atmosphériques sous l'influence solaire, principalement sur les Océans, provoquait dans la moyenne atmosphère, un accroissement du champ positif, donnant lieu à des décharges électriques locales, se traduisant à longue distance, par des crépitements radiophoniques caractéristiques.

M. Bustos Navarrete a du reste su tirer parti de ce mode de prévision dans son Observatoire de Santiago de Chile, au moyen d'un radiogoniomètre muni d'une antenne orientable, d'un récepteur, d'un amplificateur et d'un voltmètre mesurant le courant filament-plaque des triodes. Un milliampèremètre permet, en outre, de mesurer l'intensité du courant de réception. L'orientation du cadre détermine la parallaxe radioélectrique de la tempête en formation au large, et permet de prévoir sa prochaine arrivée.

Il convient d'ajouter aux considérations générales que nous venons d'exposer, que la plupart de ces actions dépendent de la période oscillatoire des ondes électromagnétiques. Les ondes de longue période, comprises entre 100 et 1.000 kilocycles, se comportent d'une façon différente des ondes moyennes de 1.000 à 5.000 K.C. Les différences s'accentuent encore avec les ondes plus rapides, comprises entre 20.000 et 100.000 K.C. (du reste peu connues encore), elles paraissent former le trait d'union avec les ondes infrarouges les plus lentes.

Il serait également possible que celles qui sont comprises entre 150 millions et 2 milliards de K.C. nous réservent de nouvelles surprises, car leurs propriétés les rapprochent des ondes calorifiques et lumineuses et les mettent hors de l'atteinte des effets solaires et électromagnétiques.

On voit d'après ce rapide exposé, que le problème de la propagation des ondes hertziennes paraît étroitement lié à celui des actions électromagnétiques dont l'origine solaire semble certaine, mais encore insuffisamment précisée.

Résumé.

En résumé, il ressort de cet exposé sommaire, que la radiation solaire sous ses multiples aspects, est la cause essentielle de la plupart des phénomènes terrestres, aussi bien dans le domaine physique et mécanique, que dans celui de la vie végétale et animale.

Un grand nombre de ces actions encore obscures, exerceront certainement la recherche des physiciens de demain, dont les efforts viendront compléter ceux d'hier et d'aujourd'hui.

Parmi les illustres disparus, dont on ne saurait trop louer les magnifiques résultats, rappelons les noms de Janssen, de Lockyer, de Marchand, etc., et parmi ceux de la génération actuelle, ceux de MM. Deslandres, Hale, Jeans, Eddington, Saha, Fabry, Esclangon, général Ferrié, Russell, Abbot, Clayton, Milne, Mesny, Navarette, Buisson, Maris, Loeb, Goldstein, Bjerknes, de Montessus de Ballore, Bauer, Maurain, d'Azambuja, Mémery, Dobsen, Dechevrens, etc., etc.

DE L'EMPLOI DE L'ACIER DANS LA CONSTRUCTION DES AVIONS[1]

par Louis BRÉGUET

Le problème qui se pose à l'ingénieur, en ce qui concerne le choix et l'emploi des matériaux dans la construction des avions, est à la fois vaste, complexe et délicat, car il s'agit de construire non seulement avec les moindres poids morts, mais encore avec économie.

Aussi comprend-on que, pour réaliser un avion dans les délais les plus courts et avec les moyens les plus réduits, on soit naturellement conduit à employer des matériaux tels que le bois.

(1) Conférence faite au Conservatoire National des Arts-et-Métiers, le 5 juin 1931.

Par contre, s'il s'agit de réaliser un avion qui doit être reproduit en série et dont les éléments doivent être interchangeables et facilement démontables, le constructeur se trouve conduit à employer le métal.

L'évolution des constructions de toute nature vers un emploi de plus en plus étendu des métaux est à peu près universelle. On en trouve des exemples aussi bien dans la construction des ponts, des navires et des charpentes d'édifices que dans celle du matériel de chemin de fer, des automobiles et, de nos jours, des avions.

Il ne paraît plus discutable aujourd'hui que les avions de l'avenir seront à structure entièrement métallique. L'Allemagne, l'Angleterre et l'Amérique sont, dès maintenant, engagées dans cette voie où notre pays les rejoint.

Devant traiter ici particulièrement de l'emploi de l'acier dans la construction des avions, je ne pourrai le faire sans rappeler quelques notions essentielles concernant les propriétés des matériaux divers mis à la disposition du constructeur.

Ces propriétés sont de différentes sortes et on peut distinguer notamment :

les propriétés spécifiques ou *mécaniques*, qui intéressent la légèreté de la construction, pour une sécurité de résistance donnée ;

les propriétés d'emploi ou de *mise en œuvre*, qui intéressent la facilité et l'économie d'approvisionnement, de préparation et de travail à l'atelier ;

enfin, les propriétés d'*usage*, qui intéressent la facilité et l'économie de la conservation en bon état, de l'entretien et de la réparation des pièces construites.

Il va de soi que le choix de l'ingénieur doit résulter d'un compromis entre les qualités qu'offre une matière déterminée sous les divers rapports qu'il y a lieu d'envisager.

Si l'on considère ce problème dans toute sa généralité, on aperçoit que de nombreux facteurs particuliers peuvent influer sur le choix à faire.

A première vue, il semble donc qu'on ne puisse dégager ici des règles ou principes qui aient une portée assez étendue et qui soient affranchis de nombreuses réserves susceptibles de restreindre considérablement la signification pratique de ces règles ou principes.

Je crois cependant qu'il convient de sortir de ce domaine des idées par trop générales pour traiter mon sujet d'une façon plus concrète et je me propose de montrer que l'emploi de l'acier peut donner lieu, tant en soi que par comparaison avec l'emploi d'autres matériaux, à des remarques et à des observations précises que je fonderai principalement sur l'expérience que j'ai pu acquérir à cet égard.

Notons immédiatement en passant que le progrès de la construction métallique dépend, au premier chef, des progrès de la métallurgie elle-même et, notamment, de celle des aciers spéciaux, et que le constructeur d'avions est ainsi conduit à une collaboration étroite avec les aciéristes.

Parallèlement, à mesure que les qualités des métaux utilisables s'améliorent, l'ingénieur doit perfectionner ses procédés de construction et d'assemblage ainsi que l'outillage correspondant. Ces progrès divers nécessitent d'importants travaux de recherche, aussi bien théoriques qu'expérimentaux, dont bénéficieront ultérieurement d'autres industries, comme celle des constructions navales par exemple, ainsi qu'on peut en discerner dès aujourd'hui certains indices en Allemagne.

Les matériaux se caractérisent par la façon dont ils travaillent et se déforment sous les sollicitations les plus diverses. On est ainsi conduit aujourd'hui à distinguer, en ce qui concerne les efforts, la nature de ceux-ci (traction, compression, cisaillement, flexion, torsion) et la rapidité de leur évolution avec le temps (efforts statiques ou lentement variables, efforts dynamiques, efforts alternés, vibrations, etc...), et, en ce qui concerne le mode de travail de la matière, les déformations dites élastiques et celles qui leur succèdent et aboutissent à la rupture.

Ces propriétés variées se déterminent par des essais dont la technique est classique et déjà assez perfectionnée. En ce qui concerne la légèreté de la construction, pour une résistance ou solidité donnée de celle-ci, les propriétés envisagées doivent être comparées à la densité des matériaux correspondants, les facteurs du rapport pouvant, dans certains cas, être élevés à une puissance différente de l'unité.

Le tableau ci-après suffira à fixer les idées, par quelques chiffres, sur les principales propriétés des matériaux actuellement utilisables dans la construction des charpentes d'avions.

Dans ce tableau, les résistances et limites élastiques indiquées s'entendent à la traction.

Pour le spruce bien sec, ou bois-type de l'aviation, dont l'excellente qualité à la traction tient à la remarquable ténacité de la fibre végétale, la résistance à la compression tombe au tiers environ des chiffres indiqués pour la traction et sa résistance au cisaillement est encore plus faible.

Au contraire, pour les métaux et aussi bien pour les alliages légers d'aluminium (duralumin) ou de magnésium (élektron) que pour l'acier, la résistance est la même en compression qu'en traction. Quant à la résistance au cisaillement, elle n'est réduite qu'au 3/5 de la valeur commune aux deux résistances précédentes.

La charpente d'un avion est constituée de poutres formées d'éléments aussi minces que

possible et certaines parties principales, comme les longerons d'aile, travaillent à la fois à la traction, à la compression et à la flexion. En outre, dans les tronçons d'aile en porte-à-faux, ces longerons travaillent également à la torsion toutes les fois que le revêtement de l'aile ou un entretoisement intérieur à celle-ci n'absorbent pas les efforts correspondants.

autre avantage, d'ordre aérodynamique. Elle permet, en effet, de construire avec des formes extérieures moins épaisses et, par conséquent, offrant au courant d'air une moindre section nuisible.

On peut ainsi réduire au minimum la section de pièces telles que les mâts de voilure, les jambes et essieux d'atterrisseur, enfin réali-

Propriétés mécaniques principales

Matériaux pour charpentes d'avions	Densité	Résistance à la rupture kg/mm²	Limite élastique kg/mm²	Module d'élasticité kg/mm²	Résistance kmg	Allongement (0/0)	Limite élastique rapportée à la densité	Résistance à la rupture rapportée à la densité
Spuce d'Amérique sec	0,4 à 0,5	6 à 8	—	1.000	2	—	—	15 à 16
Duralumin (alliage léger d'aluminium)	2,8	40	28	6.800 à 7.000	4	16 à 20	10	14,2
Electron (Alliage léger de magnésium)	1,8	30	18	4 200		12 à 14	10	16,7
Acier à haute résistance au Ni.Cr. (Cl. 34)	7,8	165	135	19.000 à 22.000	6	7 à 8	17,3	21,7
Acier soudable au Cr.Mo	7,8	70 à 110	50 à 70	—	—	14 à 8	6,4 à 9	9 à 14,1
Acier inoxydable anglais	7,8	85	79	—	—	7	10,1	10,9
Acier français Cr.Co.Mo. type Soleil 4	7,8	145	130	—	—	8	16,7	18,5

Il résulte de là que le bois est désavantagé en moyenne par sa faible résistance à la compression, laquelle est, d'ailleurs toujours mise en jeu dans les assemblages des pièces de bois.

Pour des éléments de charpente d'avion en tôle métallique, l'acier à haute résistance apparaît immédiatement comme le plus avantageux des matériaux, pourvu que son emploi ne conduise pas à des épaisseurs trop faibles car celles-ci donnent lieu aux déformations de voilement ou de flambement local, qui sont engendrées par les efforts dits secondaires. On peut, d'ailleurs, éviter le plus souvent ces déformations en donnant aux éléments en tôle très mince un galbage ou des ondulations convenables, dont les courbures peuvent être déterminées par une expérimentation méthodique.

En fait, une étude comparative et détaillée de l'emploi des principaux matériaux envisagés plus haut montre que ceux-ci se classent, en commençant par le plus avantageux, dans l'ordre suivant de *légèreté à résistance égale*, lorsqu'il s'agit de la construction des charpentes d'avion et que les épaisseurs d'emploi ne sont pas trop faibles :

1. Acier spécial à haute résistance,
2. Elektron ou alliages légers de magnésium,
3. Duralumin ou alliages légers d'aluminium,
4. Bois et aciers mi-durs,
5. Acier doux ordinaire.

La haute résistance spécifique de l'acier, en outre de l'allègement de la construction qu'elle rend possible pour les parties principales de la charpente d'un avion, peut encore procurer un

ser des ailes à profil suffisamment mince, toutes conditions favorables à la finesse aérodynamique de l'avion, qualité dont l'importance ne le cède en rien à celle de la légèreté.

Il ne suffit d'ailleurs pas de construire solide, léger et fin. Il faut aussi, ai-je déjà dit, construire sans dépense excessive et avec des qualités acceptables d'usage en service.

L'acier, comme les alliages légers d'aluminium d'ailleurs, offre l'avantage de pouvoir être produit facilement et rapidement en faisant appel aux *seules ressources nationales*, considération dont l'importance ne peut être méconnue.

Pour l'acier spécial à haute résistance, sa production sous la forme des tôles minces et suffisamment larges et longues qui sont nécessaires au constructeur d'avions ne pose plus qu'une question de puissance des laminoirs de finition. Les aciéries françaises semblent en voie d'acquérir l'outillage nécessaire et on peut espérer qu'à bref délai il ne sera plus nécessaire de recourir à l'industrie anglaise, allemande ou suédoise qui, dès maintenant, livre cet acier spécial en tôles d'excellente qualité et dans les dimensions désirées.

Par rapport au dural, l'acier spécial en question offre l'avantage d'une économie de 40 à 50 pour 100 sur le prix de revient, économie qui compense largement la moindre facilité relative d'usinage.

En outre, en ce qui concerne les procédés d'assemblage, la soudabilité de certains aciers permet d'entrevoir la substitution de la soudure au rivetage et à l'œilletage, même pour les aciers

spéciaux. Cette question est tout à fait à l'ordre du jour et on conçoit que la soudure électrique par point, par exemple, permettrait une économie importante de poids de construction et de

ou à l'eau de mer. La protection des métaux contre les agents de corrosion est à l'étude depuis plusieurs années et des résultats intéressants ont déjà été obtenus.

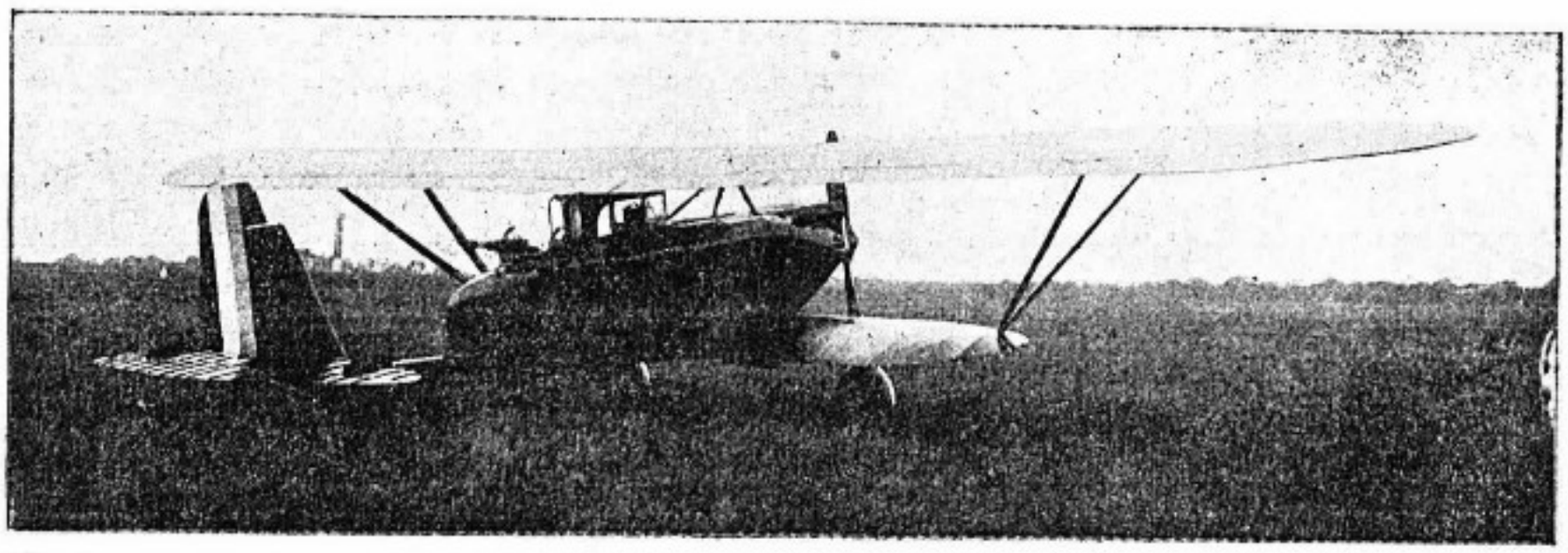


Fig. 1. — Avion Bréguet 27, à structure principale en acier. — Vue de trois quarts arrière.

dépenses de main-d'œuvre par rapport au procédé classique du rivetage. On peut, il est vrai, souder également le duralumin ou l'élektron, mais ce résultat n'a pu être encore obtenu qu'au prix d'une réduction de leurs qualités de résistance. En ce qui concerne la soudure de l'acier, les excellents résultats obtenus aux Etats-Unis dans la construction de charpente d'avions en

D'une façon générale, cette protection peut être recherchée de deux manières :

ou bien à la surface extérieure des pièces métalliques, par l'emploi d'enduits ou vernis spéciaux ou par un dépôt superficiel de métal avec contact intime et plus ou moins profond, dépôt qui s'effectue généralement par voie électrolytique ;

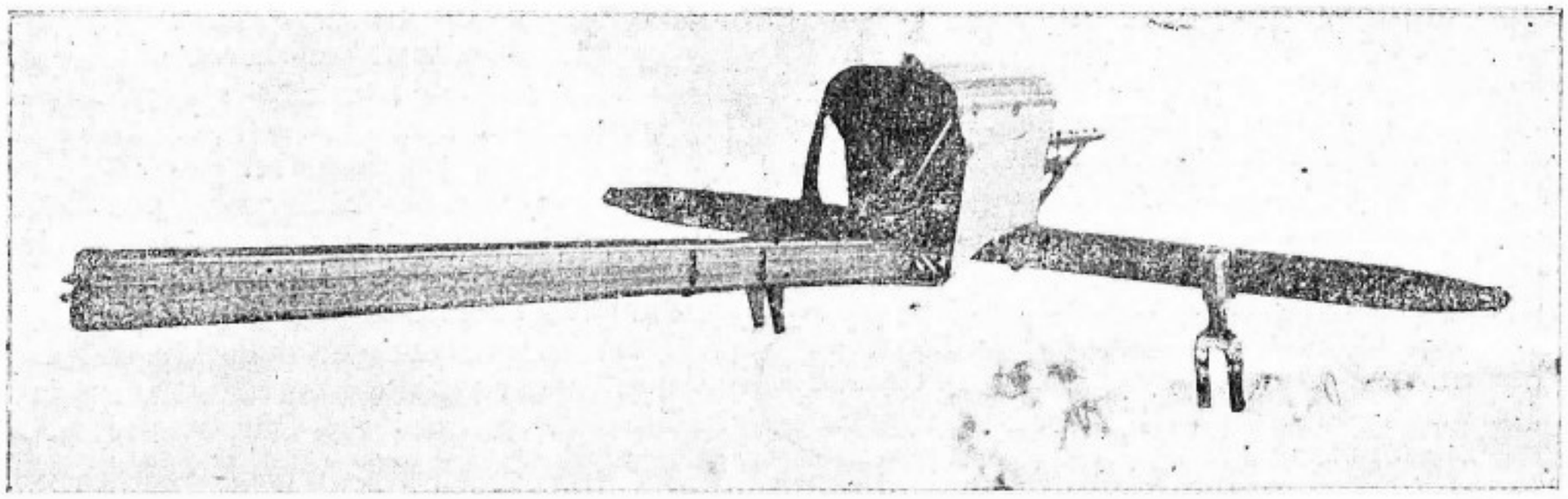


Fig. 2. — Longeron d'aile inférieure et poutre-fuselage assemblés en forme de T.
Vue de trois quarts arrière.

tubes d'acier au chrome-molybdène assemblés par soudure laissent espérer qu'on pourra obtenir la soudabilité d'aciers à résistance encore plus élevée, sans diminuer par trop les qualités de ces aciers à l'endroit des soudures.

En aviation, la conservation du matériel implique la résistance aux intempéries et le problème essentiel à cet égard consiste à empêcher l'altération des matériaux par le temps et par les facteurs atmosphériques, ainsi que par l'eau douce ou salée, lorsqu'il s'agit d'hydravions.

Tous les métaux utilisables s'attaquent soit à l'air, soit à l'humidité et, surtout, à l'air salin

ou bien dans l'épaisseur même du métal, par une modification de son état physique ou chimique jusqu'à une profondeur plus ou moins importante.

La protection des alliages d'aluminium ne peut encore être assurée, en toutes circonstances, avec un plein succès.

Quant à l'acier, sa protection contre les agents atmosphériques normaux est d'ores et déjà réalisable par des moyens simples et peu coûteux. Le problème devient plus difficile lorsqu'il s'agit de protéger l'acier soit contre les dépôts persistants d'humidité, soit contre l'air salin,

les embruns ou l'eau salée. On peut alors recourir à des procédés tels que le cadmiumage, d'ailleurs assez coûteux, ou rechercher les nuances d'acier dites *inoxydables*, dont on connaît la vogue récente. Dans les nuances usuelles, les aciers inoxydables restent encore inférieurs aux aciers spéciaux à haute résistance. C'est ainsi que la résistance de certains aciers inoxydables produits à l'étranger et fortement chargés en Ni et Cr ne dépasserait pas 65 kg./mm². Cependant on commencerait, paraît-il, à produire en Amérique des aciers inoxydables à 120 kg. de résistance. D'autre part, en France même, des recherches toutes récentes permettraient d'espérer la prochaine mise au point de la production d'aciers inoxydables à 130 kg. de résistance pour un allongement de l'ordre de 8 o/o. De tels aciers présenteront un intérêt considérable pour la construction, notamment, des fonds de coque d'hydravions, pour lesquels de toute façon l'acier spécial est substitué dès maintenant au duralumin.

Pour développer sur un exemple précis la question de l'emploi de l'acier dans la construction des avions, je crois ne pouvoir mieux faire que de mentionner divers résultats obtenus au cours des recherches que j'ai entreprises il y a quelques années et qui ont abouti à la construction de l'avion dénommé « type 27 » dont toutes les pièces principales sont en acier spécial.

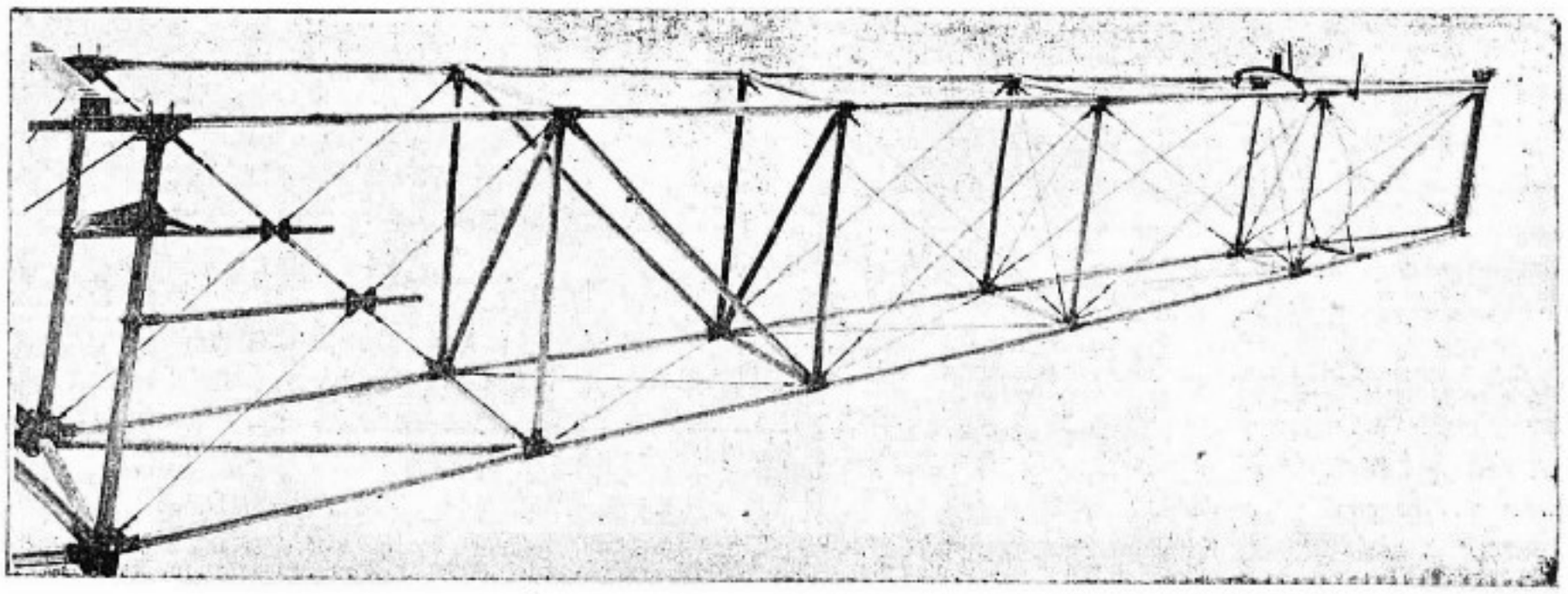


Fig. 3, — Fuselage du type ancien en tubes entretoisés et croisillonnés.

L'acier en question est l'acier au Ni.Cr. à haute résistance, de la classe 3/4 (standard de l'aéronautique). Il présente une composition qui varie légèrement avec les aciéries et qui est, en moyenne, la suivante:

0,28 à 0,40 o/o de carbone,
3,5 à 5 o/o de nickel,
1,2 à 2 o/o de chrome.

Il s'y ajoute parfois du molybdène (moins de 0,8 o/o) et un peu de silicium ou de vanadium. La teneur en soufre et en phosphore est limitée à une valeur très faible.

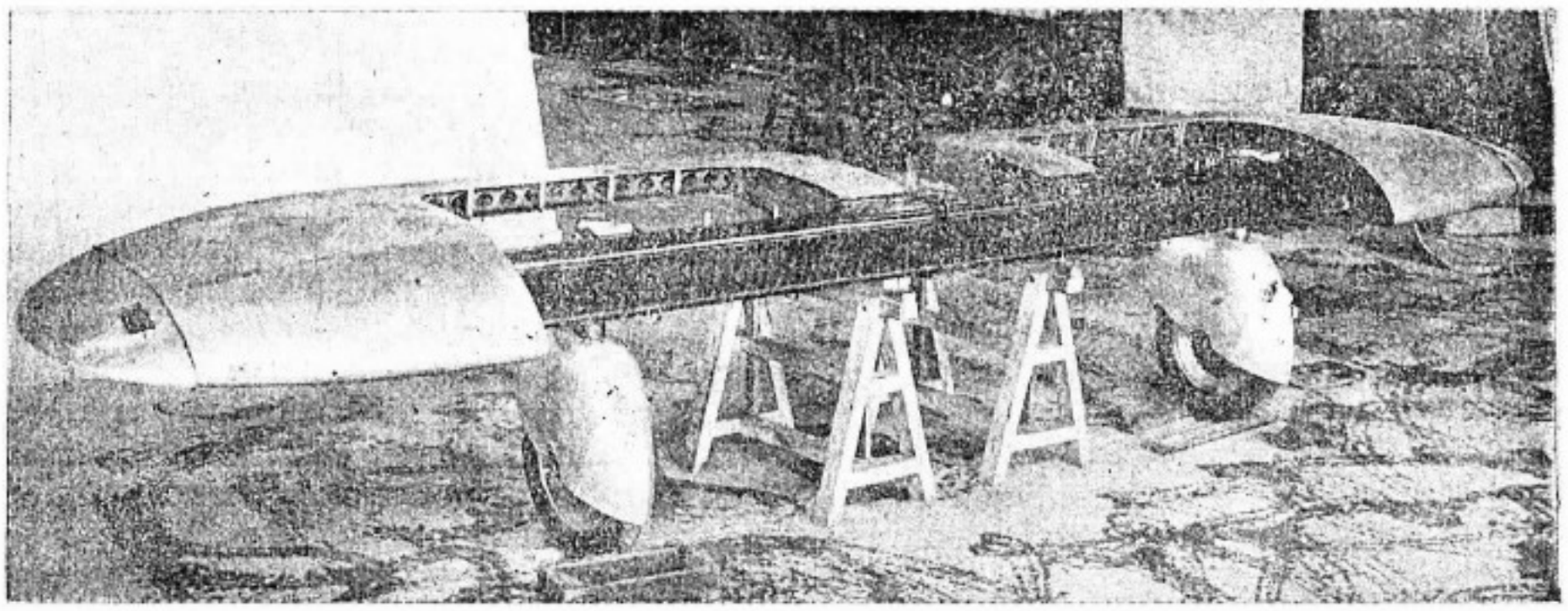


Fig. 4. — Structure de l'aile inférieure de l'avion 27. Montage de l'atterrisseur sur le longeron d'aile.

Après chauffe à 850-900°, ces aciers trempent à l'air et sont, par suite, qualifiés d'auto-trempants. Ils donnent alors :

une résistance à la rupture de 160 à 170 kg/mm²,

une résilience de 6 kgm. environ,

un allongement de 7 à 8 o/o,

enfin, une limite élastique remarquablement élevée qui dépasse 135 kg/mm² et confère ainsi à cet acier un très grand intérêt pour la légèreté et la sécurité de la construction.

La trempe est particulièrement sûre car la grande profondeur de cette trempe, favorisée par la présence du chrome, en assure la pénétration à cœur pour les pièces de faible épaisseur que comportent exclusivement les charpentes métalliques d'avions. Cette trempe peut s'effectuer même en cours de montage.

Le module d'élasticité, que favorise la présence de silicium, est comparable à celui des meilleurs aciers au carbone. Il varie de 19.000 à 20.000 kg/mm² et n'est pas sensiblement modifié par le traitement thermique.

Ce traitement varie suivant la nature des pièces à construire. Après chaque opération de façonnage, la pièce formée subit un recuit qui, convenablement exécuté, facilite les opérations de découpage, emboutissage, étirage, galbage, etc., etc...

Les éléments ouvrés se trempent ensuite sans déformation après chauffe et par simple refroidissement à l'air.

La trempe est suivie d'un revenu que l'on pousse plus ou moins suivant la nature des pièces et les qualités que doit présenter le métal. En principe, ce revenu, dont la température est variable, est d'autant plus poussé que l'on recherche un meilleur allongement et une meilleure résilience, qualités qui s'accompagnent toujours d'une réduction de la résistance de rupture et de la limite élastique.

Bien entendu, les opérations successives de façonnage et de traitement thermique sont suivies à chaque stade d'un contrôle rigoureux qui assure une homogénéité et une sûreté remarquables de la construction.

Jusqu'à ces dernières années, cet acier au Ni.Cr. n'était utilisé que dans la construction des moteurs ou, dans celle des avions, pour la fabrication des haubans ou de quelques pièces spéciales. Les aciéries n'avaient d'ailleurs pas envisagé de produire cet acier sous forme de tôles minces.

L'idée nouvelle, qui a servi de point de départ aux études dont j'ai parlé, a été de généraliser, sous forme de profilés ou étirés obtenus à partir de tôles ou de bandes laminées, l'emploi de cet acier spécial pour la confection de la structure principale d'un avion. Parallèlement d'ailleurs et vers la même époque, plusieurs constructeurs étrangers ont entrepris également la construction d'avions dont la charpente était constituée au moyen d'aciers laminés à froid et auto-trempants, assez comparables aux aciers français dont je viens de parler.

Dans le cas de l'avion en question, qui appartient au genre dit sesquiplan, l'emploi de l'acier

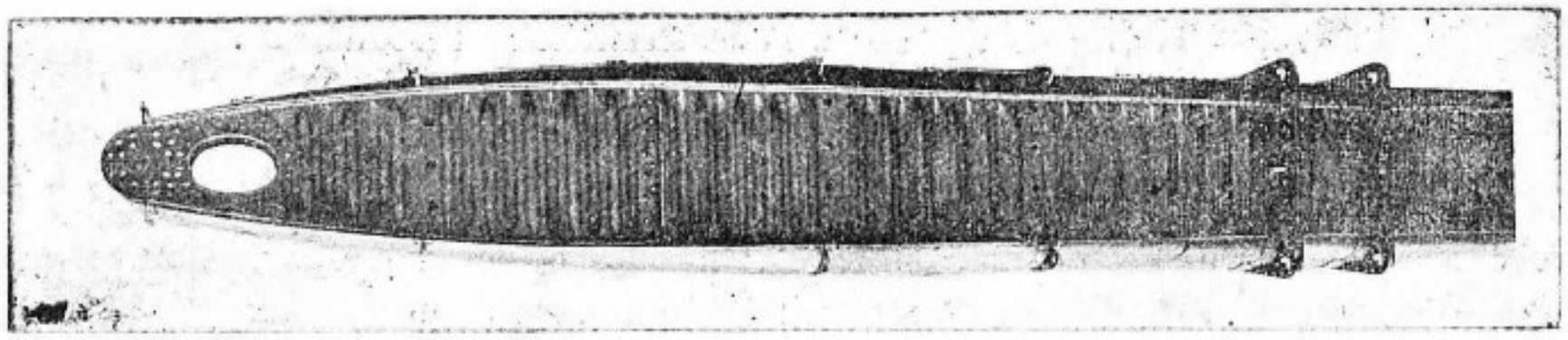


Fig. 5. — Détail du longeron en acier de l'aile inférieure de l'avion 27.

a rendu possible, dans la conception de la structure, des améliorations appréciables, caractérisées par la simplicité du dessin, la finesse aérodynamique, la facilité d'aménagement, enfin l'indéréglabilité obtenue grâce à l'élimination, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, de tout hauban ou croisillonnage par fils ou câbles.

Ainsi que le font apercevoir les diverses photographies reproduites ci-contre, le fuselage quadrangulaire classique en tubes entretoisés, dans lequel les aciers spéciaux n'étaient employés que pour les croisillonnages travaillant à la traction, a pu être remplacé par une simple poutre de section beaucoup plus faible sur laquelle le corps de l'appareil se fixe à la manière d'une carrosserie sur un châssis.

L'aile inférieure comporte un longeron unique, qui constitue une poutre transversale en acier, analogue à la précédente avec laquelle elle forme une sorte de T horizontal. Cette poutre supporte la voilure principale, constituée par l'aile supérieure, au moyen de deux mâts latéraux en V, cette aile étant, d'autre part, reliée en son milieu au corps de l'appareil par une cabane très simple en mâts d'acier.

Grâce à la haute résistance des longerons en acier, il a été possible, d'une part, de donner à l'aile supérieure un profil très mince et d'une excellente qualité aérodynamique et,

d'autre part, de limiter la hauteur du longeron unique de l'aile inférieure pour conserver à cette aile, dont la profondeur et la surface sont réduites ainsi qu'il convient au sesquiplan, un profil dont l'épaisseur relative est assez modérée et correspond à une bonne qualité aérodynamique.

En outre et pour la même raison, il a été possible de faire supporter à cette poutre transversale tous les efforts appliqués à l'atterrisseur. Celui-ci se trouve ainsi réduit, de chaque côté de l'appareil, à une simple fourche en acier embrassant la roue et coulissant dans une douille ou manchon fixé sur le longeron. Cette fourche, qui renferme le dispositif élastique et amortisseur, a des dimensions réduites, grâce auxquelles la résistance aérodynamique de cet atterrisseur sans essieu, d'un type particulièrement simple, est remarquablement faible.

Ainsi que je l'ai indiqué plus haut, on trouve ici la démonstration des avantages tant constructifs qu'aérodynamiques que peut procurer l'emploi des aciers à haute résistance.

Les études minutieuses, appuyées sur l'expérience, qui ont été effectuées pour la mise au point de la technique nouvelle dont je viens de parler ont permis une comparaison précise entre l'emploi des aciers en question et celui des métaux ou alliages légers tels que le duralumin dans la structure principale d'un avion de moyen tonnage analogue au 27.

Je crois devoir, avant de conclure, indiquer sommairement les principaux résultats ainsi obtenus et qui s'appliqueraient avec plus de force encore dans le cas d'avions d'un tonnage supérieur.

A la *traction*, l'acier spécial en question se présente avec une limite élastique égale à 4,8 fois celle du duralumin pour un rapport de densité, qui est de 2,7 environ, de sorte qu'à résistance égale et sans dépassement de la limite élastique cet acier procure une économie de poids de 45 o/o, ce qu'on peut traduire sous une forme imagée en disant que l'*acier est ici près de deux fois plus léger que le duralumin.*

A la *compression*, lorsque l'acier est employé sous des épaisseurs assez faibles, il faut tout d'abord écarter le risque de flambement local et l'expérience a montré qu'on peut y arriver sans alourdissement notable en donnant à la tôle un galbage et des ondulations judicieusement choisis. *Au flambement ordinaire ou eulérien* et pour des pièces de même élancement, l'acier spécial présente alors des propriétés comparables à celles du duralumin car les modules d'élasticité de ces matériaux se trouvent à peu près proportionnels à leurs densités.

En travail combiné à la compression et au cisaillement, l'acier spécial se révèle d'autant plus supérieur au dural que les épaisseurs d'emploi sont plus importantes :

pour des épaisseurs d'acier de 3o/10, l'acier en cause permet une économie de poids de 35 pour 100 environ ;

pour des épaisseurs de 10/10, l'économie de poids possible est encore de 20 o/o environ.

La supériorité de l'acier s'atténue lorsque l'épaisseur approche de 5/10. Pour des épaisseurs moindres l'acier spécial devient moins intéressant que les alliages d'aluminium à haute résistance et c'est pourquoi, dans l'avion 27 choisi plus haut comme exemple, le duralumin a été conservé pour les revêtements, les nervures ordinaires, les planchers et les aménagements secondaires. Là encore, nous saisissons un exemple des compromis auxquels l'ingénieur doit se résoudre pour tirer le meilleur parti des divers matériaux utilisables. J'ajouterai que, s'ils n'étaient actuellement deux à trois fois plus coûteux, des alliages de magnésium tels que l'élektron pourraient remplacer avantageusement ceux d'aluminium dans bien des cas de ce genre.

Enfin, *aux vibrations et aux chocs répétés*, l'acier spécial, dont l'homogénéité et la texture sont améliorées par les nombreuses opérations

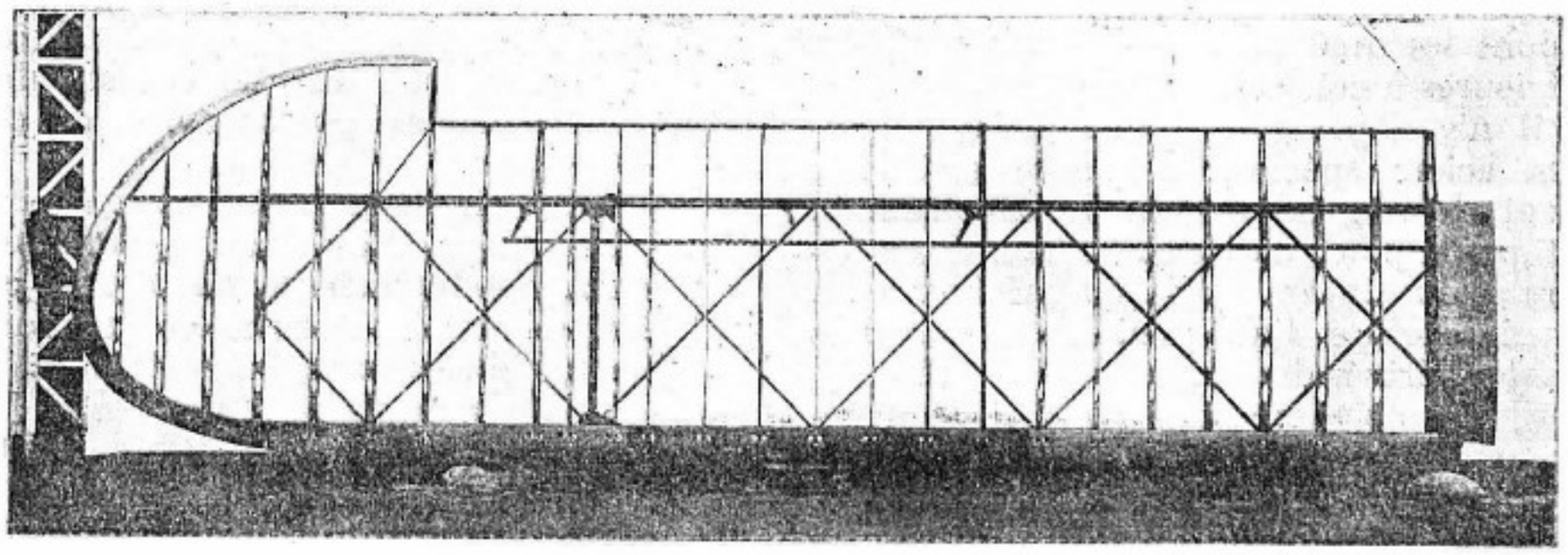


Fig. 6. — Avion 27. — Aile supérieure à structure en acier, sans haubannage intérieur.

de façonnage et les recuits successifs qu'il subit ainsi que par la trempe suivie du revenu, présente une limite de fatigue qui croît avec sa limite élastique et ses qualités de résistance sous ce rapport ne le cèdent en rien à celles des alliages légers.

En définitive, et pour résumer les indications tirées de ces expériences, on peut dire que les aciers spéciaux constituent dès maintenant des matériaux de choix pour la construction des avions.

Leur emploi et les avantages qu'ils procurent se développeront nécessairement à mesure que s'accroîtront les dimensions des avions.

Ainsi, grâce à des progrès récents de la métallurgie, qui mettent aujourd'hui à la disposition du constructeur d'avion des tôles minces et de dimensions assez importantes en acier spécial dont les qualités sont de trois à quatre fois supérieures à celles des tôles offertes par les aciéries il n'y a pas plus d'une dizaine d'années, les aciers spéciaux à haute résistance reprennent de nos jours dans la construction aéronautique la place d'où l'apparition des alliages légers d'aluminium ou de magnésium avait paru devoir exclure d'une manière à peu près définitive les dérivés du fer.

En fait, cet acier spécial apparaît actuellement, pour la construction des charpentes d'avion, comme le plus léger des matériaux dont l'ingénieur dispose.

Il convient d'ailleurs de ne pas oublier que le choix à faire entre ces divers matériaux n'est pas immuable et dépend de circonstances d'espèce, ainsi qu'il m'a paru utile de le faire remarquer.

Parmi les points qui paraissent devoir solliciter plus particulièrement l'attention et les efforts en vue du progrès de la construction aéronautique, je mentionnerai :

d'une part, en ce qui concerne les alliages légers, la protection de ceux-ci contre les altérations et corrosions en service et le développement des applications possibles de métaux ultra-légers comme le magnésium et, éventuellement, le glucinium ;

d'autre part, en ce qui concerne l'acier, l'élaboration d'aciers à haute résistance et qui seraient en outre inoxydables et, si possible, soudables.

Comme on le voit, le champ des études et des recherches reste largement ouvert et les progrès que l'on est encore en droit d'escompter permettront à coup sûr de réaliser des gains importants sur les poids morts de construction.

Ces gains, en s'associant à ceux encore réalisables dans le domaine aérodynamique, augmenteront notablement le rendement commercial des avions de demain et rendront ainsi possible un abaissement important du prix de revient des transports aériens.

Les progrès de la métallurgie contribuent ainsi, entre autres, à assurer de la manière la plus efficace l'essor et le développement de l'aviation marchande et civile, développement qui doit favoriser le progrès des civilisations humaines.

GUIDAGE RADIO-ELECTRIQUE DES NAVIRES ET AERONEFS

par Pierre DAVID
Docteur ès-Sciences
Ingénieur en chef au Laboratoire national
de Radioélectricité

(*Fin*) (1).

6°) *Balayage d'un secteur par balancement d'un faisceau.*

J'ai indiqué, au début du paragraphe 3°), qu'on ne pouvait se guider sur un maximum ou un minimum s'il n'y avait pas différenciation des deux côtés : c'est à quoi servaient les cadres croisés.

Mais cette différence peut être créée autrement : en particulier par un mouvement, par un « balancement » du faisceau de guidage de part et d'autre de l'axe, ce balancement étant accompagné d'une signalisation ou d'une modulation caractéristique.

Un dispositif de ce genre est en essais depuis

(1) V. *Revue Scientifique*, n° 19, du 26 septembre 1931.

quelques années en France ; il a été établi par la Société Anonyme des Ondes Dirigées.

Non seulement il utilise un principe nouveau, celui du « balancement » ; mais encore il le met en œuvre par des moyens originaux, très différents de tout ce qui précède. Je vous demande donc toute votre attention pour le saisir.

Ce système utilise des ondes courtes, de l'ordre de 60 m., et une combinaison d'ondes entretenues et modulées, émises par deux antennes différentes, de manière à réaliser dans certaine direction, une « ligne de silence » que l'on déplace alternativement autour de l'axe balisé.

Voici le détail du montage : (fig. 16).

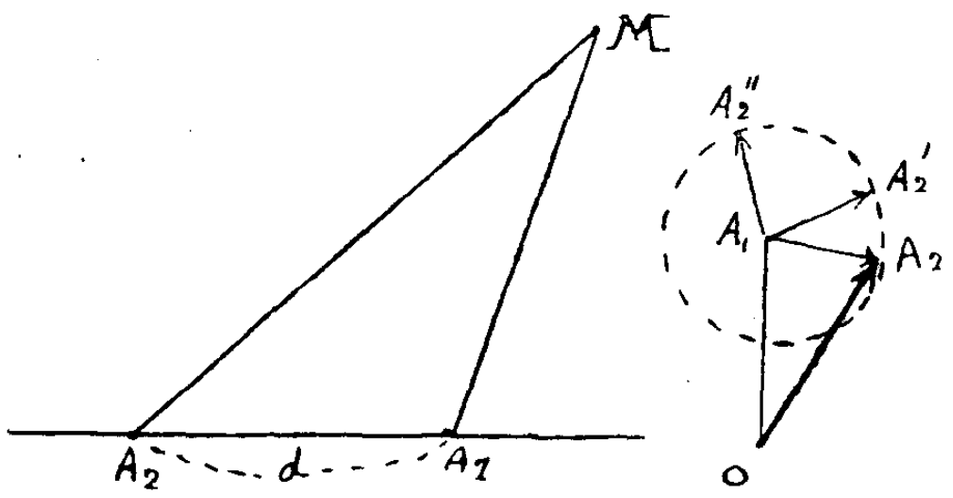


Fig. 16. — Principe de la modulation dirigée.

On a deux antennes verticales, écartées de la distance d : soient A_1 et A_2.

La première est alimentée en permanence en ondes entretenues pures d'amplitude fixe.

La seconde est alimentée par une dérivation du même émetteur, mais avec une puissance moindre et un certain déphasage α. En outre, cette seconde émission est modulée à fréquence audible.

En un point quelconque M des environs, il y a superposition des champs produits par les deux antennes, c'est-à-dire addition *vectorielle* d'un certain vecteur OA_1 d'amplitude constante, avec un autre vecteur A_1A_2 dont l'amplitude varie à fréquence audible ; l'angle de ces deux vecteurs dépendant : 1° du déphasage initial α des émissions ; 2° de la différence de marche MA_2-MA_1.

En général, le vecteur résultant aura une amplitude (OA_2',OA_2''...), fonction des deux composantes, donc sera, lui aussi, modulé comme la seconde. — Cependant, il pourra se trouver certains points où l'angle des deux vecteurs sera tel (légèrement inférieur à $\pi/2$) que la longueur de vecteur résultant OA_2 soit *égale* à OA_1 et sensiblement indépendant des variations de OA_2. En ces points, on entendra seulement l'onde entretenue, sans modulation : leur lieu sera une « ligne de silence ».

Ces lignes de silence sont des hyperboles, qui se réduisent sensiblement à leurs asymptotes rectilignes aux distances d'utilisation. On peut en calculer facilement le nombre et la position, et l'on trouve :

1° Que suivant la grandeur de l'écartement d par rapport à la longueur d'onde, leur nombre se réduit à 3, 2, ou 1 ;

2° Que leur position est naturellement fonction du décalage initial α dans l'alimentation des antennes.

Or, il est très aisé de faire varier ce décalage, au moyen d'un condensateur tournant intercalé sur l'une des alimentations ; il est même facile de profiler ce condensateur de manière que le balayage résultant soit dissymétrique (fig. 17), la ligne de silence passant rapidement du

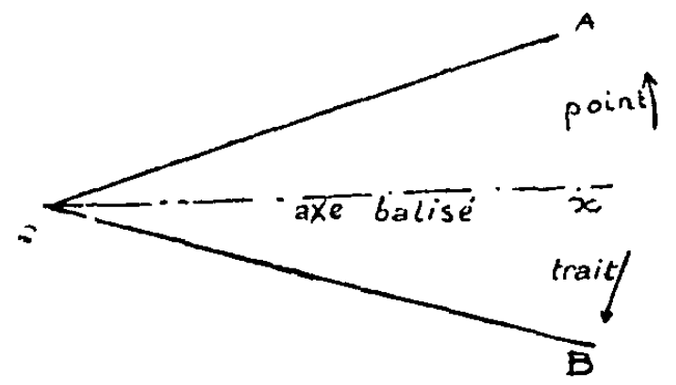


Fig. 17.
Balancement dissymétrique de la ligne de silence.

côté OA pendant la durée d'un point, puis plus longtemps du côté OB pour la durée d'un trait. Suivant qu'il sera d'un côté ou de l'autre, le navigateur entendra des extinctions plus ou moins longues ; il pourra se repérer comme avec un radiophare à cadres croisés.

Essayé d'abord au Havre avec le concours du Service des Phares ; puis pour avions à Saint-Cyr, avec le Service Technique de l'Aéronautique, ce système a donné des résultats satisfaisants et des portées de 60 km. avec une précision de l'ordre du degré.

Un poste plus puissant (3 kw.) est en étude à Marignane, pour baliser la route aérienne Marseille-Alger.

7°) *Emetteur dirigé complexe tournant.*

Je reviens ici sur le procédé 3°) : émetteur dirigé tournant. Je m'étais borné à considérer alors que cet émetteur était un simple cadre. Mais rien n'empêcherait de faire tourner un ensemble plus complexe, à directivité plus marquée, et semblable aux émetteurs fixes que nous venons d'examiner. Rien... sauf la complication, qui, en fait, deviendrait rapidement excessive pour des appareils destinés à un service prolongé, important, avec un personnel réduit et dans des conditions d'installation parfois difficiles (vent, humidité marine, etc.).

On a donc plus souvent proposé que réalisé ce genre de guidage. Signalons toutefois que des radiophares tournants utilisant des ondes de quelques mètres, avec miroirs paraboliques ré-

flecteurs, ont été installés en quelques points de la côte anglaise ; malheureusement leur réception exige un appareillage spécial dont peu de navires sont pourvus.

De même, la Société française Loth a décrit, et réalisé à échelle réduite, un dispositif permettant de guider le long d'une route sinueuse quelconque, au moyen de deux émetteurs tournants (à cadres croisés), synchronisés de telle manière que leurs faisceaux se coupent toujours sur la route (fig. 18). Le navigateur n'aurait

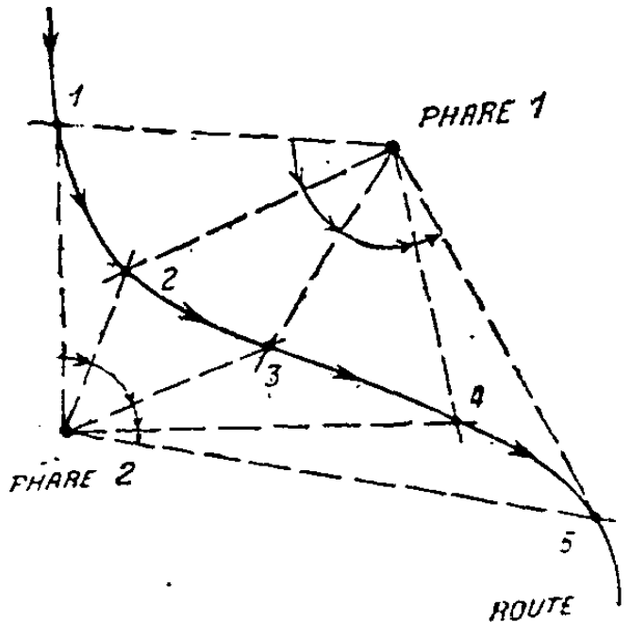


Fig. 18.
Balisage d'une route par faisceaux tournants synchromes.

donc qu'à noter si les deux maxima (ou minima) lui apparaissent simultanés — ou, au contraire, lequel des deux précède l'autre. Ce système paraît évidemment un peu plus compliqué tant à la réception où la comparaison de deux réceptions n'est pas simple — qu'à l'émission, où l'entretien et la synchronisation des deux émetteurs exigeraient beaucoup de surveillance. La précision est également discutée, et comme tous les autres, le procédé ne peut être jugé qu'à l'usage réel prolongé.

8°) *Radiogoniomètres automatiques.* (*ou boussoles hertziennes, ou radio-compas*).

Ces appareils ont pour but de perfectionner les méthodes 1° et 2° de relèvement radiogoniométrique, en évitant l'intervention d'un opérateur spécialiste. Le radiogoniomètre automatique est un appareil, qui, accordé sur un émetteur donné, indique automatiquement par la position d'une aiguille sur un cadran, la direction de cet émetteur.

En particulier, si le navigateur se dirige précisément vers cet émetteur, il lui suffit pour garder son cap, de manœuvrer de manière à faire marquer constamment à l'appareil la même graduation — qu'on pourrait toujours prendre comme zéro pour faciliter la lecture. Le radiogoniomètre automatique serait alors utilisé comme radio-compas, comme boussole hertzienne : c'est extrêmement simple et séduisant.

Toute la question est de construire l'appareil, dans des conditions d'encombrement et de sécurité compatibles avec la navigation, et surtout avec la navigation aérienne.

Sur le papier, ce n'est pas difficile. La solution de principe généralement adoptée consiste à faire tourner un cadre, relié à un amplificateur, puis à un détecteur ; le courant détecté varie proportionnellement à la f. em. reçue, et se trouve par suite maximum ou minimum lorsque le cadre passe par certaine position. Il s'agit de matérialiser cette position. Pour cela, on envoie ce courant dans une bobine mobile, placée dans un champ qui tourne en même temps que le cadre. L'effet de ce champ étant fonction du courant qui traverse la bobine, la position d'équilibre de celle-ci dépend de la phase de ce courant, c'est-à-dire en dernière analyse de la position de l'émetteur.

Dans l'appareil réalisé en France par Busignies, le champ tournant est produit par un aimant entraîné par le même axe qui porte le cadre tournant. En outre, pour éviter le « doute de 180° » caractéristique du cadre, on lui associe une antenne, de manière à réaliser le diagramme polaire connu en forme de cardioïde.

Le schéma est donné par la fig. 19.

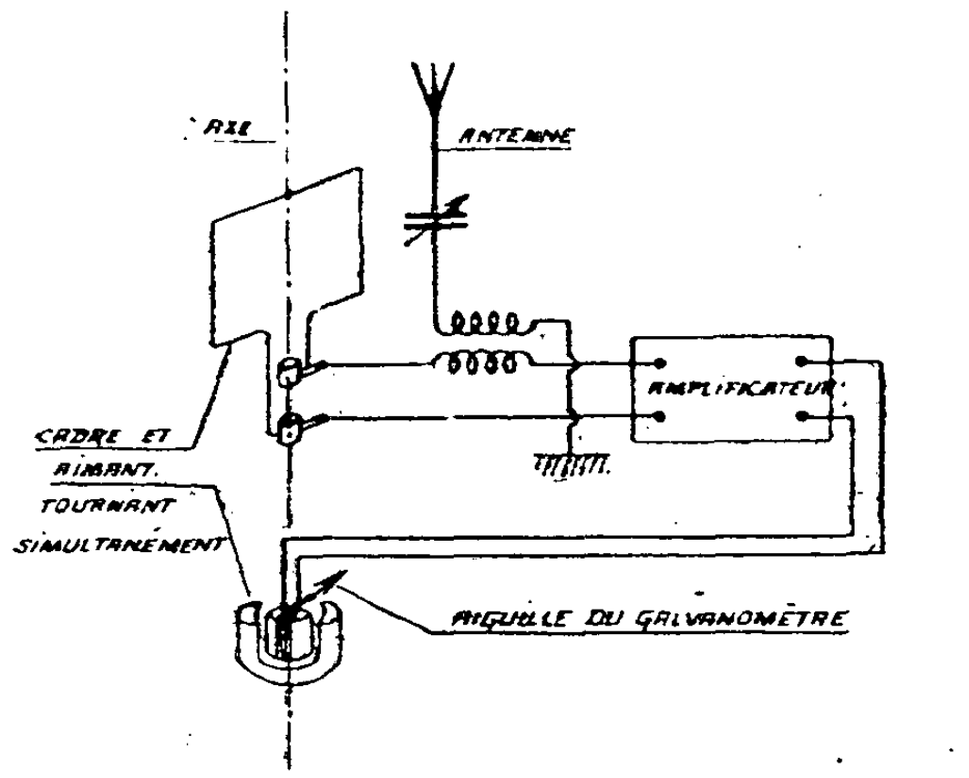


Fig. 19. — Principe du radio-compas automatique.

Un modèle, réalisé pour navires, a été essayé à Castellon (Espagne) avec de bons résultats ; la précision de la lecture était d'environ un degré et les bruits de fond, parasites, etc., ne la diminuaient en rien.

Un modèle légèrement modifié pour avions est à l'étude.

9°) *Guidage par câble.*

Ce procédé, tout différent des précédents, n'est pas, en toute rigueur, « radio-électrique » — car il n'utilise pas de haute fréquence, et, par suite, pas de « rayonnement proprement dit ». Il est néanmoins électrique, il utilise des

cadres et des amplificateurs : ce qui m'autorise à l'inclure dans mon exposé.

Son principe est excessivement simple : le long de la route à suivre, on dispose un « câble-pilote » traversé par un courant alternatif intense à fréquence musicale. Le navigateur possède un (ou plusieurs) cadres récepteurs, munis d'amplificateurs pour cette fréquence. Au fur et à mesure qu'il s'approche du câble, il entend de plus en plus fort. Le déplacement de son cadre, ou l'écoute sur plusieurs cadres différemment orientés, lui permet de savoir de quel côté il se trouve, et, avec une grande précision, l'instant où il est au-dessus du câble. Le système semble très sûr ; il a évidemment l'avantage d'être indépendant de toutes les liaisons radio-électriques normales.

Pour la navigation maritime, le câble est immergé au fond du chenal à parcourir ; son extrémité lointaine est reliée à une plaque métallique formant prise de terre ; il est alimenté à son entrée par un alternateur (fig. 20). De telles

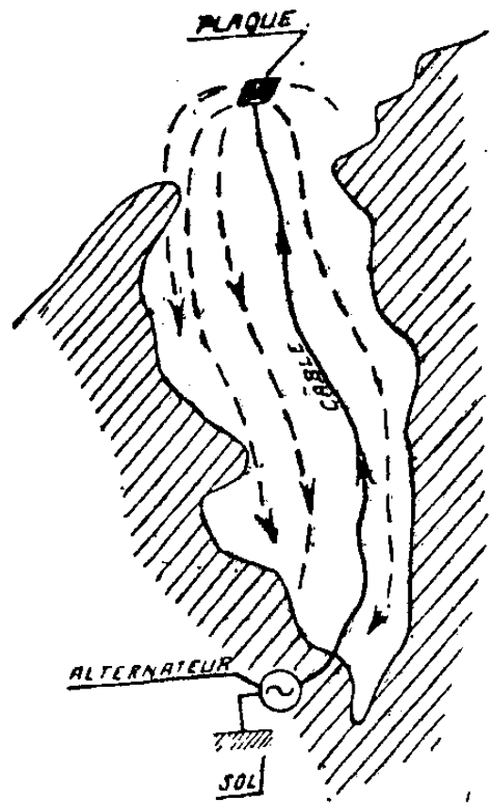


Fig. 20. — Câble de guidage sous-marin.

installations ont été faites par Loth à Brest et la Corogne ; on a vérifié qu'un navire commençait à déceler le câble à quelques kilomètres de distance et pouvait se placer dessus à quelques mètres près. Mais sous cette forme on a deux inconvénients : d'abord le câble ne peut être mis dans un chenal dragué ; et, au fond d'un chenal fréquenté, il peut être coupé, plus souvent qu'on ne pense, par le grappin de quelque maladroit qui sera venu mouiller mal à propos; ensuite, le courant débité par le câble dans la mer revient suivant une loi quelconque et peut former dans les coudes, des « lignes de courant » parasites qui guident le navigateur *à faux*. Loth, qui a beaucoup étudié le système depuis 1924, propose de porter remède au premier défaut en installant non pas un câble dans l'axe, mais deux câbles parallèles sur les côtés du chenal ; et au second, en définissant le chemin que vont suivre les lignes de courant, par le moyen de prises de terre latérales reliées à des lignes terrestres aériennes. En faisant des manipulations différentes des deux côtés, on faciliterait en outre la « prise du câble » et la rectification des embardées par le navigateur. Malheureusement cette amélioration n'est pas sans augmenter encore le prix de revient, déjà élevé, de l'installation.

Pour la navigation aérienne, on dispose simplement une ligne sur poteaux mise à la terre à son extrémité. C'est à bord que la réception est plus difficile, en raison du bruit des moteurs et de l'hélice, et des perturbations des magnétos. On a pu néanmoins obtenir de bons résultats : portée en hauteur 2.500 m., en largeur 2.000 à 6.000 m. (suivant la hauteur) ; précision dans le

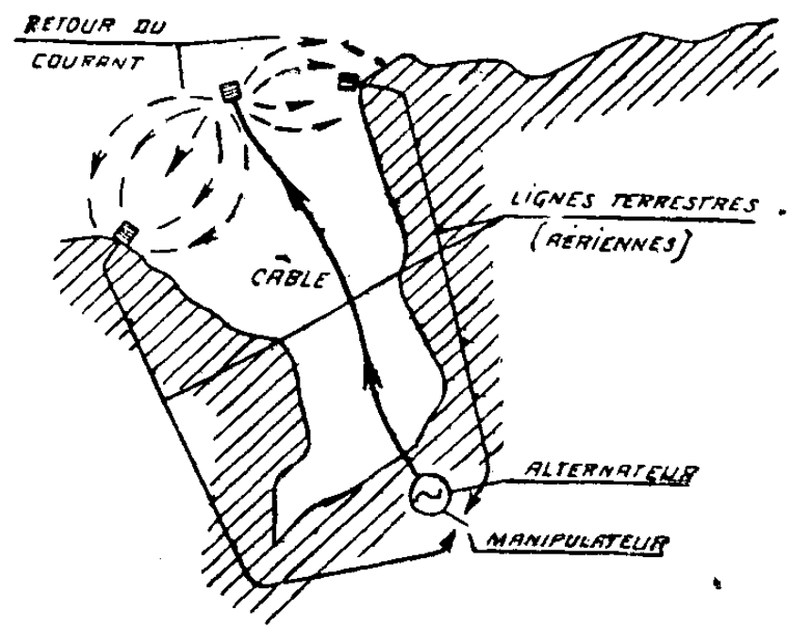


Fig. 21.
Câble de guidage avec retours latéraux du courant.

passage au-dessus du cadre : 50 m. Après des essais à Villacoublay et à Chartres, une ligne de ce type vient d'être installée au Bourget sur une longueur de 17,5 km. dans la direction de Londres : elle doit entrer incessamment en service.

10°) *Guidage en hauteur.*
Atterrissage des avions sans visibilité.

Ainsi que je vous l'ai dit en commençant, toutes les solutions précédentes permettent le guidage dans deux dimensions, mais non dans trois. Elles ne sont pas applicables à la détermination de *la hauteur*, et, tout en facilitant à l'avion l'arrivée au terminus de sa route, elles ne lui permettent pas la manœuvre finale d'atterrissage sans visibilité.

Ce problème capital est, en effet, le plus difficile de tous ; il faut indiquer à l'avion, avec une grande précision — c'est-à-dire en raison de sa vitesse, instantanément — sa position par rapport aux limites de l'aérodrome et *par rapport au sol*.

Deux solutions *purement radio-électriques* ont été expérimentées jusqu'ici.

La première est proposée par la Société Loth : elle consiste à ceinturer l'aérodrome par des lignes électriques, aériennes ou souterraines, dans lesquelles on ferait passer des courants de sens contraire, dont les champs interfèreraient à à certaine hauteur en y déterminant des nappes caractéristiques. Le navigateur, muni d'un récepteur, arrivant sur le terrain, serait renseigné par un signal de l'instant où il franchit sa limite; puis, descendant progressivement, il serait averti par un autre signal de la proximité du sol. — Le système a été réalisé en miniature et a donné des résultats encourageants ; mais on ne saurait affirmer encore sa valeur pratique.

La seconde solution est celle du Bureau of Standards des Etats-Unis.

Son originalité consiste en ce que le guidage en hauteur est assuré par un faisceau d'ondes très courtes (3 à 5 m.), émis par une sorte de « projecteur » à antennes multiples, et incliné d'un certain angle sur l'horizontale (fig. 22).

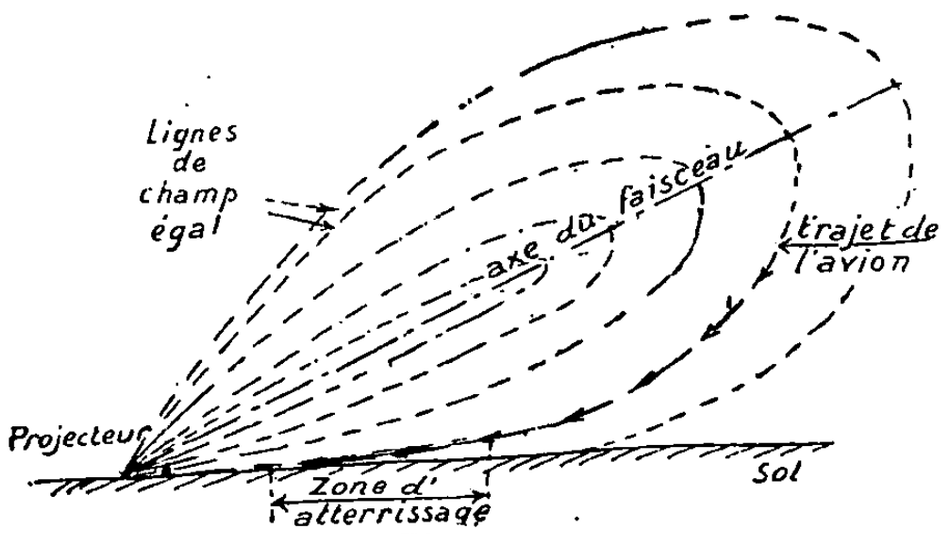


Fig. 22.
Guidage en hauteur par faisceau d'ondes courtes.

La trajectoire suivie ne coïncide pas avec l'axe du faisceau, comme on pourrait le croire au premier abord, mais au contraire avec l'une des « lignes de niveau électrique », dont la pente n'est pas fixe, mais qui vient se raccorder au sol sous un angle très faible dans la région propice à l'atterrissage.

A cet effet, l'avion est muni d'un récepteur spécial pour ces ondes, terminé par un appareil de mesure dont la déviation est grossièrement proportionnelle à l'intensité du champ. Lorsque le pilote volant horizontalement entre dans le faisceau, il voit cette déviation croître progressivement ; lorsqu'elle arrive à une certaine valeur, cela signifie qu'il atteint la surface-guide : il doit alors descendre de manière à maintenir cette indication, ce qui l'amène progressivement au sol. L'appareil est disposé (fig. 23), de manière à donner directement l'information sur la manœuvre à faire ;

Bien entendu, cet équipement ne donne que le guidage en hauteur ; il est donc un supplément à l'équipement normal pour le guidage en direction au moyen des « radiophares à cadres croisés », qui continue à être utilisé pour amener l'avion au-dessus du terrain et l'orienter convenablement. On a même prévu un petit phare « marqueur » perpendiculaire au premier et de modulation spéciale, donnant un signal acoustique lorsque le pilote franchit la limite du terrain.

Les appareils ont été réalisés et essayés sur avion ; ils ont effectivement permis l'atterris-

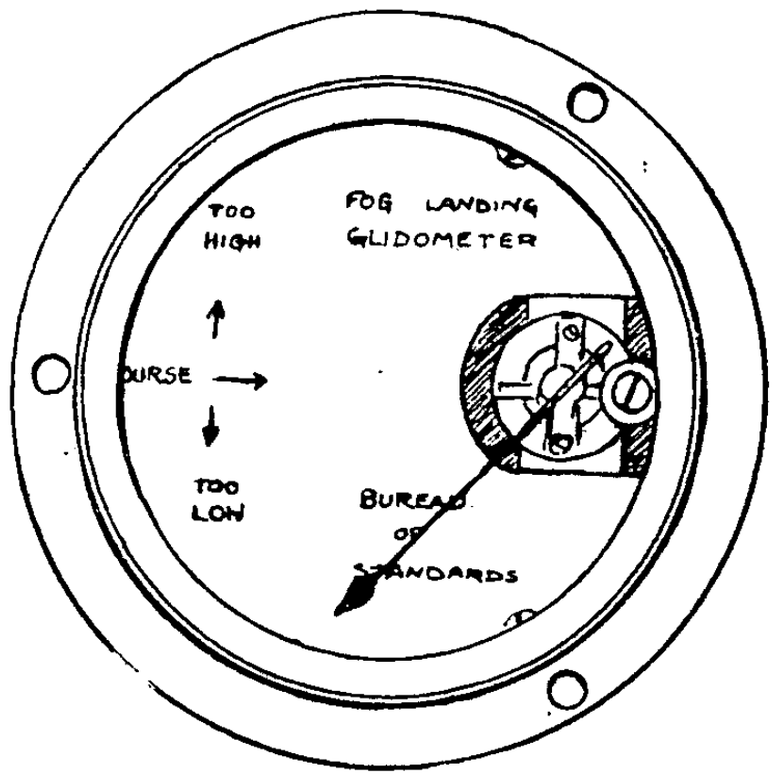


Fig. 23. — Radiogonomètre.

sage d'un avion sans visibilité, le pilote étant enfermé sous un capot. Il ne s'agit encore que de démonstrations d'expériences, mais leur succès est tout à fait intéressant.

Conclusions.

Cet exposé n'avait pas d'autre but que de vous donner une idée générale sur l'ensemble du problème.

J'ai dû traiter bien superficiellement certains points ; omettre tous les procédés de guidage qui ne sont pas purement radio-électriques (il existe, par exemple, des systèmes mixtes comportant des signaux sonores et des signaux hertziens), et certaines applications de détail (par exemple l'emploi des émetteurs et récepteurs d'ondes très courtes dirigées, pour prévenir les collisions entre avions).

J'espère néanmoins vous avoir montré toute l'ingéniosité déployée par les inventeurs et techniciens de divers pays, en particulier du nôtre : alignements fixes et phares tournants ; radiogoniomètres à bord, ou dans des réseaux fixes ; appareils automatiques plaçant l'indication visuelle désirée sous les yeux du pilote sans aucune manœuvre de sa part ; systèmes à ondes longues et courtes, de portée, de précison, de complexité variables suivant les besoins ; artifices de plus en plus subtils... Que d'efforts dépensés !... mais aussi que de résultats appréciables déjà obtenus !

La carte (fig. 24) récapitule l'organisation actuelle en France : on voit l'importance du travail fait.

Et tout cela n'est qu'un début, une ébauche... l'œuvre de quelques années seulement.

Si donc certaines solutions sont encore à l'état de balbutiements, si l'on tâtonne encore sur des points essentiels, c'est que les problèmes de cette taille ne se résolvent pas en un jour.

nous trouverons tout naturel d'apercevoir dans le poste du pilote, parmi tant d'autres appareils de contrôle, quelque petit indicateur discret, sur les cadrans duquel nous lirons la route à suivre, la distance parcourue et la hauteur de vol.

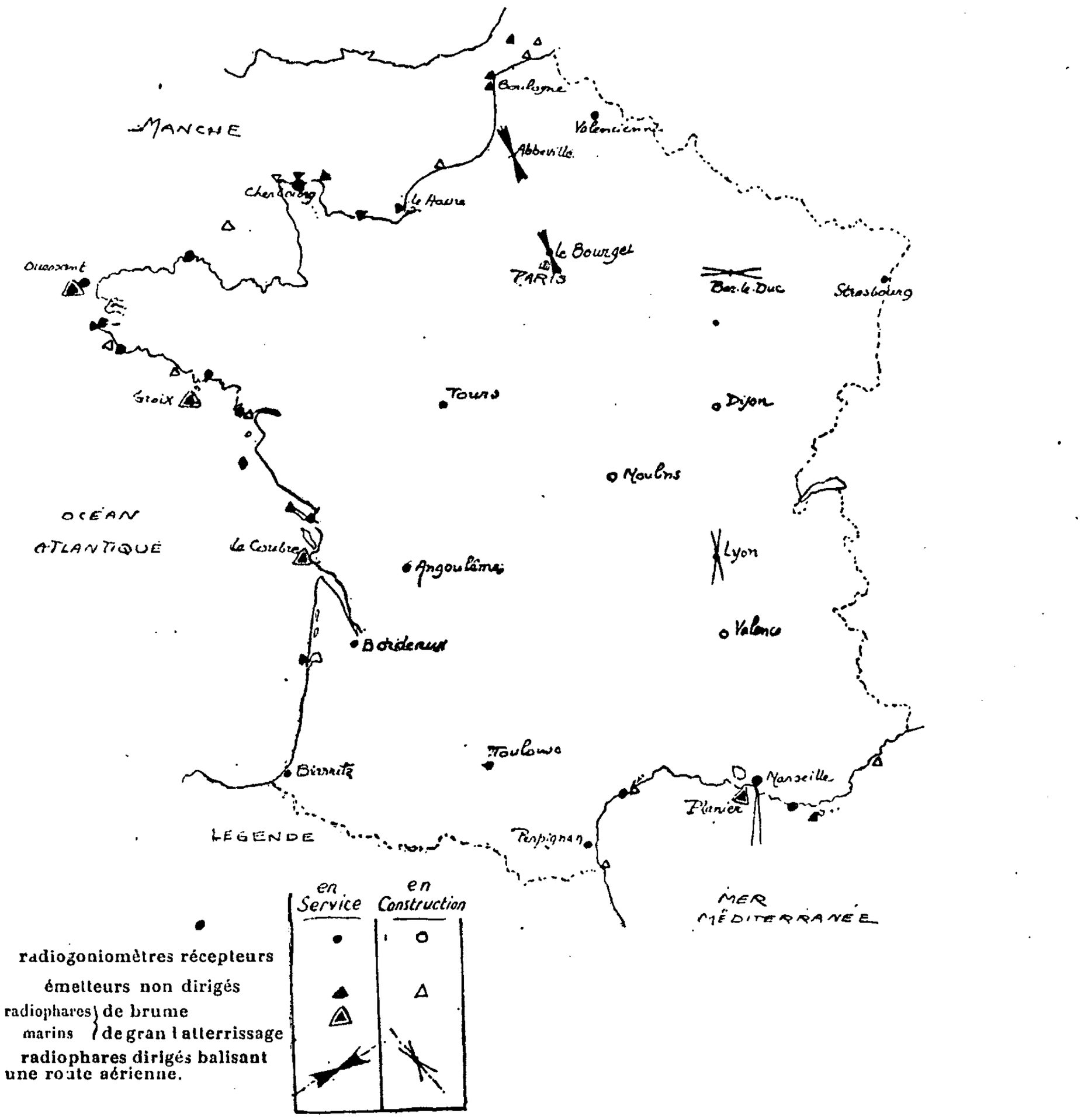


Fig. 24. — Carte récapitulative des divers systèmes de radio-guidage existant en France.

La variété des réussites obtenues, les progrès rapides effectués, sont un sûr garant que dans peu d'années, le guidage radio-électrique sera généralisé sur toutes les routes de l'air — apportant peut-être un atout décisif à l'aéronautique commerciale.

Et lorsque nous prendrons couramment l'avion de Londres, de Nice (peut-être de New-York), pour nos affaires ou pour nos vacances ... Que la simplicité apparente de ce résultat ne nous fasse pas alors illusion sur sa difficulté technique. Nous nous rappellerons les étapes, souvent ingrates, qu'il a fallu franchir, et nous enverrons un souvenir reconnaissant à tous ceux, connus ou anonymes, qui auront contribué à la sécurité de notre voyage en nous fournissant un guide invisible malgré le vent, la brume et la nuit (1).

(1) Conférence faite au Conservatoire National des Arts et Métiers, le 4 juin 1931.

NOTES ET ACTUALITÉS

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Juin 1931). — *Algèbre.* Comme le remarque M. *M. d'Ocagne*, les récents résultats de M. Wolkowitsch permettent de représenter approximativement sous forme d'un développement limité de Taylor ou de Fourier, une fonction d'une seule variable x, déterminée empiriquement. On peut retrouver ainsi la formule de Lagrange.

Théorie des ensembles. 1. Au cours de ses recherches sur les familles monotones d'ensembles M. *Adolphe Lindebaum* a établi divers théorèmes qui se rapprochent des résultats récents de M. Denjoy. Il est intéressant de remarquer que ces théorèmes peuvent être établis indépendamment de l'axiome de Zermelo.

2. M. *W. Sierpinski* considère une famille Φ d'ensembles constituant un anneau au sens de M. Hausdorff (c'est-à-dire contenant en même temps que deux ensembles quelconques leur produit et leur somme). Il montre que pour qu'un ensemble E soit limite unique d'une suite d'ensembles d'une telle famille, il faut et il suffit que E soit à la fois limite complète d'une suite extraite de Φ et limite restreinte d'une seconde suite.

Théorie des fonctions. 1 et 3. M. *Florent Bureau* énonce diverses propriétés concernant les fonctions uniformes au voisinage d'un point essentiel isolé a ($a \neq \infty$ ou $= \infty$). Par exemple, si α et β sont deux nombres finis (le second $\neq 0$), l'une au moins des équations $f(x) = \alpha$; $f^n(x) = \beta$ admet une infinité de racines au voisinage de $x=a$. De même encore, soit $f(x)$ une fonction entière transcendante, P et Q deux polynomes tels que $P(x) - Q(x) \neq 0$; l'une au moins des équations $f=P$, et $f^n = Q$ admet dans tout le plan une infinité de racines.

2. Comme le montre M. *Nikola Obrechkoff*, les méthodes de sommation de première et de seconde espèce données par M. Riesz pour les séries de Dirichlet rentrent comme cas particuliers dans une méthode dépendant d'une fonction continue positive et non décroissante.

L'auteur énonce divers théorèmes à ce sujet.

Analyse. 1. En introduisant d'une manière systématique la notion de valeur moyenne d'une fonction de n variables envisagée dans un domaine à $p \leqslant n$ dimensions, M. *Jules Drach* montre qu'on peut retrouver et généraliser certains problèmes concernant les solutions des équations aux dérivées partielles de la Physique mathématique. La méthode fournit un moyen général de régulariser l'expression des phénomènes, continus ou non, dans le temps et dans l'espace.

2. M. *Georges Giraud* indique comment on peut déterminer des tenseurs par des équations aux dérivées partielles jointes à des conditions à la frontière. La solution du problème se ramène à la résolution de systèmes d'équations de Fredholm.

3. MM. *G. Pólya* et *G. Szegö* établissent analytiquement diverses propriétés de la propagation de la chaleur plus ou moins intuitives, mais qui n'avaient pas encore été démontrées en toute rigueur. Par exemple, si la température d'un corps est supérieure à celle du milieu ambiant, c'est une fonction décroissante du temps.

4. En utilisant les propriétés des transformations continues qui ont pour invariants le point intérieur et le continu, M. *S. Stoïlow* généralise le théorème de M. Hadamard sur la biunivocité générale de certaines transformations planes localement biunivoques.

5. M. *Gr. C. Moisil* généralise des résultats de M. G. Evans sur les solutions de certaines équations fonctionnelles telles que

$$\int_C f(z)\,dz = F(z)$$

où F est une fonction additive donnée de lignes planes.

6. M. *N. Aronszajn* étend aux suites $\{\lambda_n\}$ de densité maximum infinie un théorème donné par M. V. Bernstein sur les points singuliers appartenant à la droite d'holomorphie d'une fonction

$$\sum_1^\infty a_n e^{-\lambda_n s}$$

7. L'étude de certaines équations aux dérivées partielles possédant des involutions d'ordres 2 et 3 conduit M. *R. Gosse* à intégrer toute une catégorie d'équations de la première classe signalées par M. Lainé à la fin de sa thèse.

13. Dans une seconde Note, l'Auteur donne une méthode générale très simple pour l'intégration des équations $s=f(x,y,z,p,q)$ admettant un invariant du second ordre. Cette méthode, qui complète des résultats de MM. Goursat, Lainé et de l'Auteur, lui a permis d'intégrer la seule équation de cette catégorie qui soit irréductible aux équations linéaires.

8. En appliquant une méthode de M. Haar, M. *Alfred Rosenblatt* étend les résultats qu'il a obtenus récemment sur l'unicité des solutions des équations $p = \varphi(x,y,z,q)$ où φ est une fonction continue de x,y.

9. Après avoir démontré directement un théorème de M. Schur sur la première moyenne de Hölder, M. *C. E. Winn* donne les conditions nécessaires et suffisantes à imposer à la suite a^n pour que la relation

$$a_0 s_n + a_1 s_n^{(1)} + \ldots + a_r s_n^{(r)} \longrightarrow (a_0 + \ldots + a_r)s$$

entraîne $s_n \longrightarrow s$, d'abord lorsque $s_n^{(r)}$ représente la $r^{\text{ème}}$ moyenne de Hölder, puis lorsque $s_n^{(r)}$ représente celle de Cesáro, dérivée de s^n.

10. Soit dans l'espace bicomplexe x_1, x_2, y_1, y_2, un domaine Γ, de frontière Δ. H. Poincaré a remarqué autrefois que la trace sur Γ d'une fonction biharmonique $U(x_1,x_2,y_1,y_2)$ holomorphe dans Γ ne peut pas être choisie arbitrairement; le problème de Dirichlet ne peut donc pas être posé pour les fonctions biharmoniques comme il l'est pour les fonctions harmoniques. En approfondissant cette question, M. *Francesco Severi* a obtenu des résultats très remarquables. Nous devons nous limiter à reproduire : 1°) son théorème fondamental :

La condition nécessaire et suffisante pour la fonction U, harmonique en Γ soit biharmonique en Γ est que la forme

$$\frac{\partial U}{\partial x_1}\,dx_2 - \frac{\partial U}{\partial x_2}\,dx_1 + \frac{\partial U}{\partial y_1}\,dy_2 - \frac{\partial U}{\partial y_2}\,dy_1$$

soit une différentielle exacte;

et 2°) son théorème d'unicité :

Soit sur Δ une ligne régulière quelconque, l; une fonction U, biharmonique et holomorphe dans Γ est univoquement déterminée lorsqu'on connaît sur l les traces de U et de ses dérivées premières.

11. Soit A une aire du plan z, limitée par un contour extérieur C_0 et p contours intérieurs $C_1,\ldots,C_p$ analytiques; M. *Gaston Julia* a envisagé autrefois la surface de Riemann $\zeta=F(z)$ correspondant à A de telle sorte qu'à C_0 corresponde une courbe fermée δ_0' composée du cercle $|\zeta| = 1$ parcouru p fois de suite dans le sens direct, et qu'aux C_i correspondent des courbes fermées γ_i, se projetant sur des cercles $|\zeta_i|=\epsilon\lambda_i$ *mais pouvant posséder des rebroussements.* Cette surface possède diverses propriétés caractéristiques fondamentales qui entraînent des conséquences importantes : son prolongement hors de γ permet de transformer la classe des aires A en des classes limitées par des cassiniennes (classiques ou généralisées) et admettant entre ses éléments des correspondances linéaires simples (euclidiennes ou non euclidiennes).

12. M. *Gr. G. Moisil* indique comment on peut résoudre l'équation $\sum_1^m \gamma_k \frac{\partial\Psi}{\partial x^k} = \Psi$ à l'aide de potentiels vecteurs généralisés; les matrices γ^k satisfont à une condition de Dirac.

14. M. *G. Cerf* montre comment on peut former un système en involution de ν équations aux dérivées partielles d'ordre n, à une inconnue, à n variables indépendantes, admettant des caractéristiques à m ν dimensions, dépendant d'un nombre fini de constantes arbitraires et telles qu'à toute intégrale du système correspondent une infinité d'autres intégrales admettant avec elles, le long d'une caractéristique, un contact d'ordre $< n$.

15. M. *Lusin* avait posé la question suivante : soient deux séries convergentes $F(z) = \sum_0^\infty c_k z^k$ et $\sum_0^\infty |c_k|^2$; peut-on démontrer l'existence d'une courbe fermée rectifiable, située dans le cercle $|z|=1$, ayant avec $|z|=1$ un ensemble de points communs de mesure >0 et telle que $\iint |F'(z)|^2 dw$ étendue à l'intérieur de $<$ ait une valeur finie ? M. *S. Mazurkiewicz* démontre que le problème comporte une réponse négative.

16. M. *M. Kourensky* montre comment on peut généraliser la méthode de la variation des constantes de Lagrange de manière à obtenir l'intégrale générale d'une équation complète du second ordre par deux quadratures, seulement, différentes des quadratures classiques.

17. M. *Paul Montel* donne une condition de dépendance linéaire pour les solutions d'une équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre; il en déduit diverses conséquences relatives, par exemple, aux changements de variables qui transforment des fonctions harmoniques en fonctions harmoniques.

18. M. *E. Kogbetliantz* développe diverses remarques sur les développements en séries de polynomes d'Hermite. Par exemple, contrairement aux propriétés des développements orthogonaux connus jusqu'ici, le phénomène de Gibbs ne disparaît jamais pour les moyennes des séries précédentes, quel que soit leur ordre.

Géométrie différentielle. M. *Paul Delens* étudie les congruences de courbes orthoptiques ou isotropes; les premières sont formées de courbes situées sur deux familles de surfaces rectangulaires; les secondes sont déterminées par intersection de développables isotropes conjuguées et comprennent en particulier les congruences circulaires paratactiques.

Cinématique appliquée. 1 et 2. M. *F. E. Myard* déduit des générations circulaires du tore l'existence d'une chaîne fermée à cinq couples rotoïdes, déformable au premier degré de liberté, et possédant un plan de symétrie. Il existe en outre, une chaîne analogue, asymétrique. La première chaîne conduit à la définition d'un hyperboloïde articulé ne possédant que des couples rotoïdes.

Mécanique. 1. M. *J. Le Roux* écrit la formule de la moindre action sous une forme invariante par rapport aux transformations du groupe des mouvements relatifs, et en s'appuyant sur ses résultats antérieurs il montre que pour un ensemble de n points libres la fonction U figurant dans la formule, a nécessairement la forme de Newton. En ce qui concerne l'avance du périhélie de Mercure, la théorie actuelle en donne une représentation plus exacte que la théorie de la relativité.

2. M. *Lucien Féraud* étudie les développements en séries qui s'introduisent dans la réduction des équations différentielles du mouvement d'un point voisin de sa position d'équilibre à la forme normale de M. Birkhoff; il rattache cette étude à la théorie des centres de H. Poincaré.

Mécanique céleste. Par un procédé analogue à celui qui a été utilisé par Liouville pour établir l'existence d'ellipsoïdes scalènes comme figures d'équilibre de masses fluides en rotation, M. *Pierre Dive* montre que tout polynome $-\alpha x^2-\beta y^2-\gamma z^2+\delta$, positif dans une région R, représente le potentiel newtonien d'un ellipsoïde homogène contenu dans R.

Astronomie. Russel a établi que pour un ensemble de couples d'orbites inconnues on peut obtenir statistiquement une valeur moyenne de l'excentricité; il suppose d'ailleurs que les anomalies moyennes sont réparties au hasard. M. *D. Barbier* détermine la fonction de répartition des excentricités en s'affranchissant de l'hypothèse de Russell.

Elasticité. Comme le montre M. *E. Callandreau*, la solution approchée qu'il a obtenue récemment pour la ligne de rupture d'un massif pulvérulent est plus approchée que celle de Coulomb-Poncelet de la solution exacte de la théorie nouvelle.

Relativité. 1. M. *Paolo Straneo* donne une synthèse générale des phénomènes physiques analogue à la synthèse einsteinienne de la seule gravitation, mais d'un type plus général. Les équations s'accordent complètement avec les lois de Maxwell et, d'autre part, en l'absence de l'électricité, elles se réduisent rigoureusement aux équations de la théorie einsteinienne.

2. M. *Ch. Racine* étudie le problème statique de la théorie de la relativité; il montre que si (D) est un domaine spatial simplement connexe, le flux du champ de vecteurs V_i à travers toute surface fermée intérieure à (D) est nul (les V_i sont les dérivées covariantes relatives au x_i de la fonction V figurant dans l'expression $V^2\,dt^2+\dot{a}_{ij}^2$ du ds^2 de l'espace-temps). L'auteur donne en outre des propriétés caractéristiques des métriques partout euclidiennes.

3. M. *Louis Gérard* appelle l'attention sur diverses circonstances qui se produisent lorsqu'un miroir mobile réfléchit un rayon lumineux issu d'un point invariablement lié au miroir.

Calcul des probabilités. M. *Edgard Baticle* évalue la probabilité pour que soit en cours à un instant quelconque *un* phénomène appartenant à une catégorie déterminée de phénomènes intermittents dont les durées sont variables, mais soumises à la même loi de probabilité. Il

retrouve ainsi une formule établie depuis longtemps en téléphonie automatique, mais sous des hypothèses trop restrictives ; il obtient aussi de nouvelles formules qui peuvent servir dans un grand nombre de questions de Génie civil autres que la téléphonie : par exemple, lorsqu'il s'agit de calculer la probobilité qu'on n'aura pas plus de n appareils distributeurs d'eau, de gaz, d'électricité... à alimenter à la fois. René Garnier.

Géologie

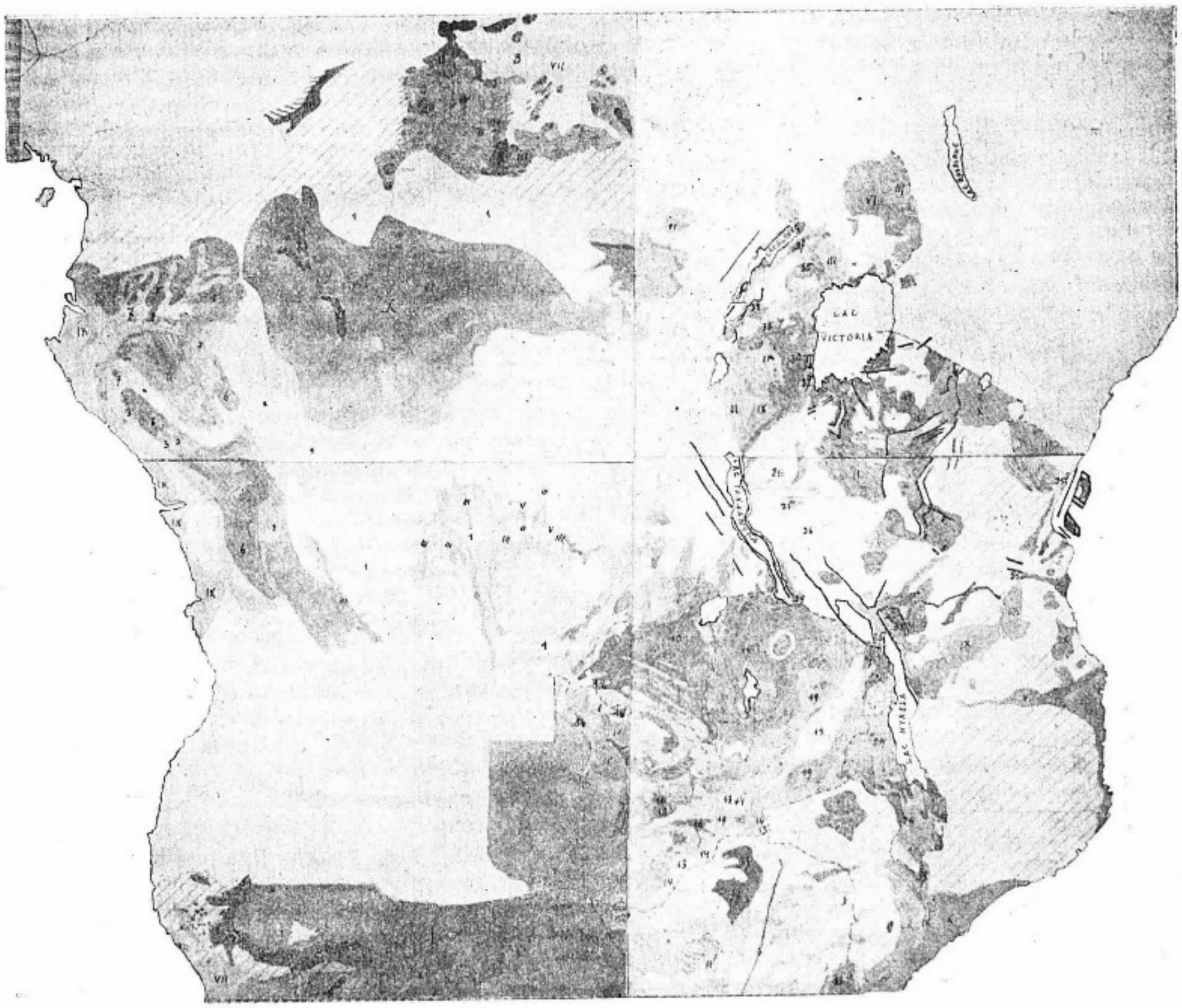
La première réunion des Services Géologiques Africains à Kigoma (Tanganyika) en juillet 1931. — Au cours de la XV[e] session du Congrès Géologique International, qui s'est tenu à Prétoria en 1929, ont été jetées les bases de l'organisation d'un Groupement des Services Géologiques Africains, admis comme Sous-Commission des Congrès Géologiques internationaux. Le Secrétaire de cette Association, Jean Lombard, Géologue du Service des Mines de l'Afrique Equatoriale Française, a estimé que la première tâche qui s'imposait à cette organisme était l'établissement de corrélations stratigraphiques entre les diverses formations du sous-sol de la partie du Continent noir qui s'étend entre le 5[e] parallèle nord et le 20[e] parallèle sud; il a tracé, pour servir de base à cette étude synthétique, les cadres du tableau ci-après, établi sous réserve des recherches locales en cours :

	BASSIN du CONGO		OUBANGUI-CHARI		KATANGA		Northern RHODESIA	
VII KARROO	*1	Systèmes Lualaba-Lubilash	8	Grès de N'Délé			13	Upper sandstones
	2	Grès Batéké					14	Lower beds with coal
VI WATERBERG	3	Kundelungu } Série schisto-gréseuse	9	Grès de Fouroumbala	10	Kundelungu horizontal	15	Tanganyika Syst.
	4	Grès Bakongo }		Grès de Mobaye				
	5	Grès rouges du Gabon						
V TRANSVAAL	6	Série Schisto-calcaire			11	Kundelungu plissé	16	Broken Hill series
							17	Mafingi beds
							18	Chansonsa quartzites
IV ROCHES MÉTAMORPHIQUES	7	Série métamorphique Sédiments anciens du Gabon			12	Système schisto-dolomitique " cherteux (Mwashia) Série des Mines	19	Muchinga Schists and others

	NYASALAND		TANGANYIKA		UGANDA		Southern RHODESIA	
VII KARROO	20	Karroo	25	Karroo	34	Bugiri beds		
			26	Uha System				
VI WATERBERG	21	Muambe grits " limestones	27	East Bukoba beds	35	Bukoba } Sandstones	38	Umkondo Syst.
			28	Upper Buanji S.		Butologo }		
			29	Kasanga Beds	36	Mityana }		
V TRANSVAAL	22	Mafingi Series	30	West Bukoba S.	37	Bunyoro Syst.	39	Lomagundi Syst. Frontier Series
			31	Kigoma quartzites				
	23	Machipero Series	32	Lower Buanji				
			33	Karagwe Ankolean S.	33	Karagwe Ankolean S.		
IV ROCHES Métamorphiques	24	Schists unclassified		"Swaziland S."				

Le tableau inférieur doit normalement prendre place à droite du tableau supérieur dont il est la suite.

Grâce à la collaboration de tous les Services Géologiques intéressés, une esquisse cartographique provisoire a pu être dressée (fig.) (1) : c'est sur ce schéma d'ensemble que les Délégués des Services Géologiques Africains vien-



Carte géologique provisoire de l'Afrique centrale, par JEAN LOMBARD

Les traits renforcés correspondent aux grandes cassures de l'Afrique orientale ; les nombres en chiffres romains correspondent à ceux de la légende générale donnée à droite en note infrapaginale ; les nombres en chiffes arabes sont ceux des séries locales qui figurent dans le tableau reproduit dans le texte même de cet article.

nent de discuter, au cours de leur réunion à Kigoma, dans le Territoire sous mandat britannique du Tanganyika entre le 7 et le 20 juillet 1931.

A cette assemblée participaient les représentants du Tanganyika (5 délégués), Ouganda (1 délégué), Nyasaland (1 délégué), Rhodésie du Nord (1 délégué), Congo belge (2 délégués), Afrique Equatoriale Française (1 délégué).

Au début du « meeting » ont eu lieu une série d'excursions qui ont permis aux participants à la Session internationale d'étudier sur place quelques points importants de la géologie du Tanganyika. Puis, au cours de séances d'études, des échanges de vue eurent spécialement pour objet la Stratigraphie, la Géologie économique et la Tectonique de l'Afrique Centrale. Jusqu'à aujourd'hui, toute tentative de synthèse, ayant pour objet l'établissement d'une chronologie des terrains du Centre africain, avait pris comme point de départ, le schéma des systèmes stratigraphiques établis pour l'Afrique australe, schéma basé principalement sur la succession des phénomènes glaciaires au Transvaal. Le projet établi par Jean Lombard et confirmé, dans ses traits essentiels, par la Conférence de Kigoma, a montré :

1° que les formations glaciaires, n'ayant bien souvent qu'un caractère local en Afrique centrale, ne doivent être utilisées pour l'établissement de parrallélismes à grande distance qu'avec une extrême prudence ;

(1) Cette carte présentée à la Société Géologique de France, le 15 juin 1931 comporte la légende ci-après : XI, Roches volcaniques du Post Karoo. — X, Formations continentales du Post Karoo. — IX, Dépôts marins tertiaires et secondaires. — VIII, Roches volcaniques du Karoo. — VII, Formations de l'âge du Système de Waterberg (?). — V, Formations de l'âge du Système du Transvaal. — IV, Roches métamorphiques. — III, Gneiss, — II, Granites. — I, Gneiss, Granites et Micaschistes non différentiés.

2° qu'il existe en Afrique centrale une puissante série sédimentaire, peu métamorphisée en général, plus ancienne que le Système du Transvaal, et dont l'équivalent stratigraphique n'apparaît pas nettement individualisé en Afrique australe;

3° qu'il semble s'être dessiné très tôt, sur le continent de Gondwana, des aires de sédimentation et des aires de dénudation qui permettent de comprendre les différences présentées par l'histoire géologique locale des divers compartiments constitutifs du Centre Africain;

4° que la Géologie appliquée de cette partie si intéressante au point de vue minier du continent noir pourra tirer grand profit de cet ensemble de notions nouvelles de Stratigraphie et de Tectonique;

5° qu'enfin ces conceptions impliquent des notions paléogéographiques assez différentes de celles précédemment admises.

Ces conclusions seront exposées tout au long dans les Comptes-Rendus de la Réunion et synthétisées sur une Carte géologique et minière de l'Afrique sud-équatoriale, au 1/5.000.000e, l'ensemble de ces documents devant être publié au début de 1932.

Une série de vœux ont été émis au cours de la session de Kigoma, et transmis, les uns aux Gouvernements coloniaux intéressés, les autres aux Compagnies minières locales ou enfin au Conseil permanent des Congrès Géologiques internationaux : ils ont trait essentiellement à la continuation des travaux de coordination effectuées en collaboration par les Services Géologiques Africains. Le délégué d'une puissante Société rhodésienne a invité l'Association des Services Géologiques Africains à tenir sa prochaine assemblée en Rhodésie du Nord : la Conférence a admis ce principe, et la prochaine réunion du Groupement aura lieu en 1934 dans ce pays. L. J.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

Remorqueurs chauffant au charbon pulvérisé. — Il ne semble pas, en dépit du développement constant qu'accuse le trafic fluvial, que les entreprises intéressées se soient jusqu'à présent souciées, du moins en général, d'utiliser toutes les ressources que le progrès de la technique est susceptible de leur procurer. C'est là d'ailleurs une raison de plus pour signaler les innovations et les initiatives, qui sont de nature à favoriser une conception toujours plus rationnelle et scientifique des industries de transports. J'ai relaté précédemment une étude expérimentale, entreprise en Angleterre, en vue de déterminer les dispositions les plus favorables à adopter pour la formation des trains de péniches, remorquées sur les fleuves ou les canaux. Je donnerai aujourd'hui une idée sommaire d'installations récentes concernant les remorqueurs eux-mêmes.

Les remorqueurs, on le sait, sont de petits navires robustes, équipés de machines puissantes, relativement du moins à leur tonnage propre et appropriées à l'emploi spécial que constitue le remorquage. Il est incontestable que la machine à vapeur classique, des types compound ou à triple explosion, demeure encore, par sa souplesse, sa facilité de conduite et son endurance, l'appareil le plus avantageux et le plus économique, non seulement pour la navigation intérieure, mais pour les remorqueurs de mer, appelés fréquemment à fournir un service extrêmement rude. En fait, les appareils d'autres types n'ont été encore qu'assez exceptionnellement adoptés, du moins dans l'ensemble des pays européens.

Des remorqueurs, mus par moteurs à explosion ou à combustion, sont employés dans certains services, non sans succès d'ailleurs, surtout dans les pays où les conditions d'acquisition du combustible liquide sont favorables. De grands remorqueurs à Diesel de forte puissance ont été construits dans ces dernières années; ces navires sont équipés d'un ou deux moteurs de 1.500 à 2.000 CV., le plus souvent à six cylindres.

Aux Etats-Unis, d'autre part, l'emploi de la propulsion électrique est fort apprécié, en raison de la facilité de manœuvre qu'elle procure et de la possibilité de concentrer entre les mains du pilote tous les appareils de conduite et de direction.

On remarquera que les remorqueurs les plus puissants utilisent la machine à triple expansion; l'un de ceux-ci, par exemple, construit par la *Compagnie Armstrong* pour le Chemin de Fer du Sud de l'Afrique, peut développer une force motrice de 3.500 CV. Ce navire est équipé, comme un certain nombre de remorqueurs récents, de chaudières à tubes d'eau, lesquelles en dépit des difficultés d'entretien et de conduite qu'elles impliquent, tendent à s'imposer de plus en plus dans les installations de bord, en raison de la possibilité qu'elles offrent d'élever la pression et la température de vapeur et d'améliorer par conséquent le rendement d'ensemble.

Je signalerai, en passant, un type nouveau de chaudière à tubes, construit par les Etablissements *Niclausse* pour un remorqueur de la Compagnie H. P. L. M., et qui est l'une des premières conceptions de ce genre qui soit exclusivement française.

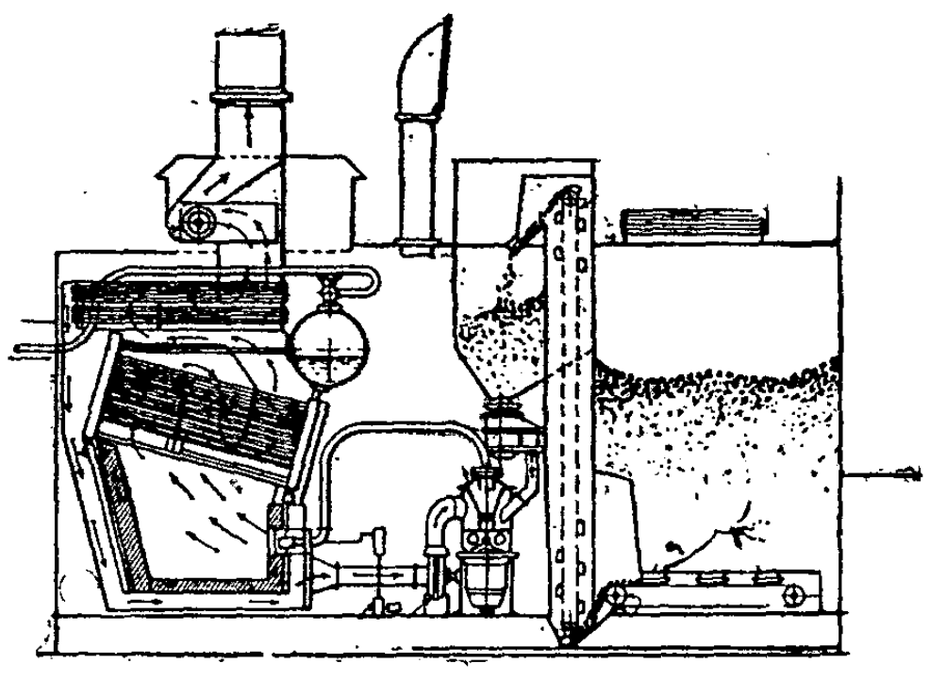


Fig. 1.

Il était assez naturel que les entreprises de remorquage songeassent à tirer parti des progrès indéniables réalisés par la technique du charbon pulvérisé. L'intérêt que peut présenter, à leur égard, ce nouveau mode de chauffage, se précise tout particulièrement dans le cas de la navigation sur les fleuves et les canaux, lorsque la présence de charbonnages dans les régions desservies permet l'acquisition de charbons médiocres ou poussiéreux au départ même de la mine. On sait, en effet, que l'avantage résultant de la différence de prise qui peut résulter de l'emploi d'un combustible de qualité moindre, se trouve anéanti assez rapidement dès que des frais de transport

tant soit peu élevés viennent majorer le prix de revient.

Il est, la plupart du temps, difficile ou même impossible sur les remorqueurs, de surélever la soute à charbon, à la manière des navires de mer, de façon à assurer l'autoalimentation des pulvériseurs. La soute se trouvant de plain-pied avec la chaufferie ,il est nécessaire d'installer un dispositif mécanique d'élévateurs à godets, puisant le charbon dans la soute pour le déverser dans les trémies d'alimentation des pulvériseurs.

La figure ci-contre donne le schéma d'une installation de ce genre, réalisée sur un remorqueur fluvial américain, appartenant à un service gouvernemental. Ce navire doit être exploité concurremment avec deux unités identiques, mais équipées l'une d'appareils à vapeur de type ordinaire et l'autre d'une installation Diesel-électrique, en vue de permettre une étude comparée et systématique des résultats. Le remorqueur considéré mesure 42 m. 70 de longueur, pour un tirant d'eau de 2 m. 15. Chacune des deux machines, à triple expansion, développe 400 CV.; les deux chaudières *Babcock* à tubes d'eau d'eau ont chacune leur pulvériseur.

Le combustible embarqué a été préalablement passé dans un crible de cinq centimètres. Le débit normal est de 415 kgs par chaudière et par heure; il peut être porté à 540 kgs.

Une installation intéressante a été réalisée l'année dernière sur le remorquer *Metz*, de la Compagnie Générale pour la Navigation du Rhin. Ce navire, qui mesure 71 mètrs de longueur, pour un tirant d'eau de 1 m. 43, est équipé d'une machine horizontale de 1.300 CV. à triple expansion, tournant à 38 tours et conduisant deux roues à aubes articulées du type normal. Deux chaudières cylindriques fournissent la vapeur à 12 kg. 7.

L'installation est, dans ses grandes lignes, du type *Clarke-Chapman* à distribution « en boucle », que j'ai eu l'occasion de décrire déjà (22 mars 1930). Ici encore, les ouvertures des soutes se trouvent à la hauteur du parquet de chauffe et la trémie des pulvériseurs est alimentée au moyen d'une élévation à godets.

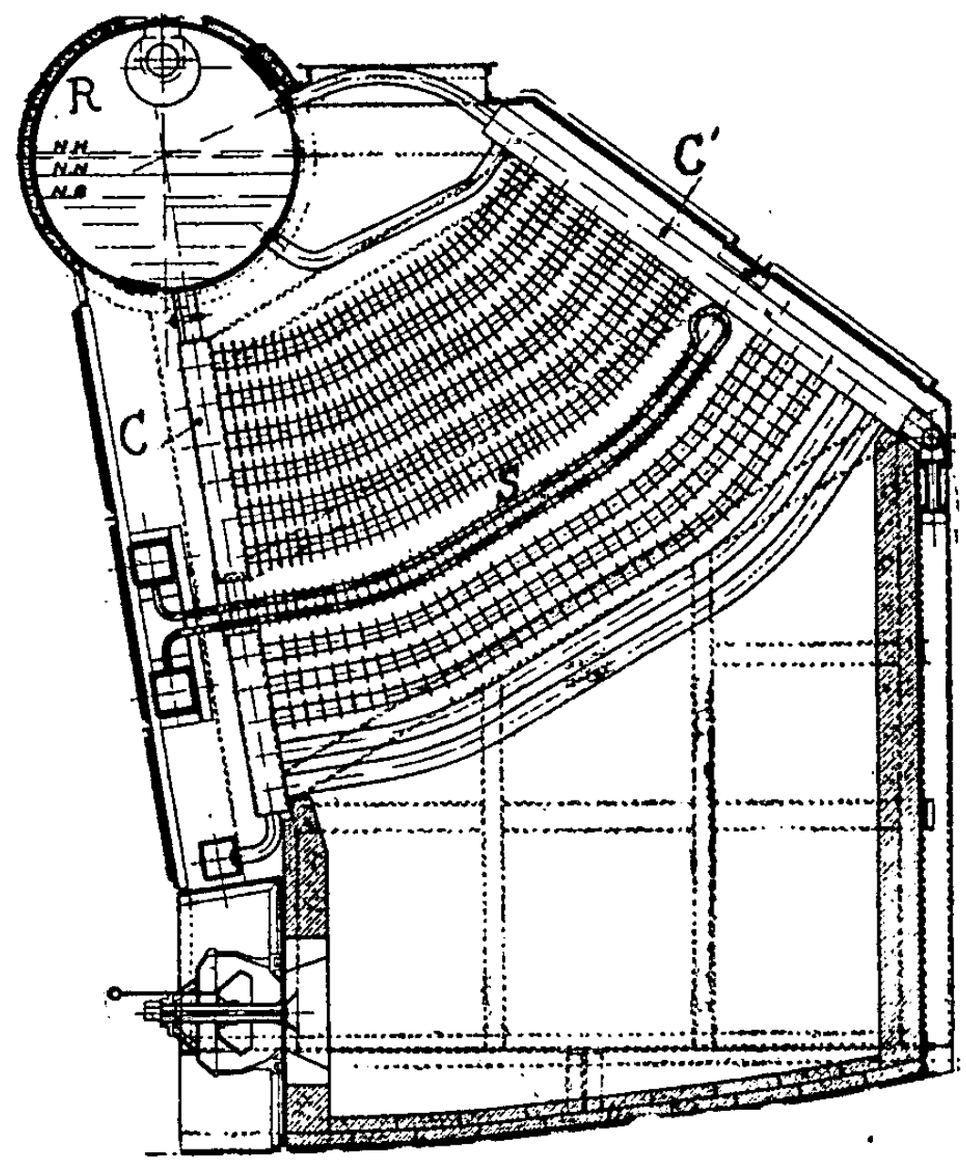
La possibilité d'utiliser, dans les meilleures conditions, des combustibles poussiéreux ou cendreux revêt dans le cas du *Metz* un intérêt tout spécial, la navigation devant s'effectuer normalement dans des régions essentiellement charbonnières : mines hollandaises, mines de la Ruhr, de la Sarre, mines lorraines. De fait, ce remorqueur, avant de recevoir son installation à charbon pulvérisé, consommait en essais dans les mêmes conditions de fonctionnement et de navigation une moyenne de 1.054 kg. par heure de charbon à 7.250 calories, coûtant 20 shillings. Cette consommation est aujourd'hui, avec des traînes équivalentes, de 1.295 kgs de charbon à 5.700 calories et cûtant seulement 11 shillings. A pouvoir calorifique égal, on trouve une économie en poids de 10 o/o et en prix de 30 o/o. Toutefois, il y aurait lieu de tenir compte de l'usure rapide des briques et de certains organes, due à la qualité médiocre du combustible. Des dispositions spéciales ont été d'ailleurs prévues pour l'évacuation des cendres qui se déposent dans le fond des boîtes à feu, dans les tubes et les boîtes à fumée. La difficulté principale de l'utilisation de ces combustibles provient de l'humidité; on étudie le moyen d'y obvier au moyen d'un séchage préliminaire pratique.

LOUIS BASSO.

Un nouveau type de chaudière à haute vaporisation. — La *Société Ame de Gérance et d'Armement*, qui a succédé à la *Compagnie des Chemins de fer du Nord* dans l'exploitation des services maritimes français de la ligne Calais-Douvres, a mis récemment en service sur ce parcours, le paquebot *Côte d'Azur*, construit au Havre sur les chantiers de la *Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée* (Graville). Ce navire neuf est destiné à remplacer, avec un autre paquebot à construire et qui portera le nom de *Côte d'Argent*, les deux unités anciennes d'une vingtaine d'années qui ont assuré jusqu'à présent le service.

La *Côte d'Azur* mesure en longueur 103 mètres hors tout, pour une largeur au fort de 13 m. 70 et un tirant d'eau en charge de 3 m. 65. Le déplacement en charge atteint 2.600 tonnes. Le naviré transporte 900 passagers de 1re et 500 de 2e classe. L'appareil moteur comprend deux groupes de turbines Parsons à engrenages à réduction simple. Chaque groupe se compose d'une turbine HP et d'une turbine BP, la première tournant à 3.000 tours par minute et la seconde à 1.850. Les hélices tournent à 280 tours. Cette machinerie développo 10.000 CV. en service normal; pour une vitesse de 21 nœuds, mais la puissance peut atteindre de 13 à 14.000 CV.

Mais l'intérêt que présente cette installation, du point de vue technique, s'attache principalement à la réalisation



Chaudière Raubert et Luquet.

de l'appareil évaporatoire. Celui-ci est constitué, en effet, par des chaudières d'un type nouveau et de conception exclusivement française, la chaudière *Rauber et Luquet* à tubes ailetés. Ces appareils ont été construits par la *Société Française Babcok et Wilcose* à La Courneuve.

M. Rauber avait exposé en juin 1929 le principe de sa chaudière dans un mémoire, présente à *l'Association technique maritime et aéronautique*. La conception, très originale et fort intéressante, peut être résumée aisément dans ses traits essentiels.

Dans les chaudières à tubes d'eau ordinaires, la surface de chauffe est utilisée d'une façon très irrégulière. Les tubes de la partie inférieure, les plus directement exposés à la flamme et aux gaz de la combustion et appelés pour

cette cause « tubes de coups de feu », fournissent des taux de vaporisation de l'ordre de 300 à 400 kgs par mètre-carré-heure, alors que le taux correspondant à la plus grande partie du faisceau tubulaire ne varie que de 3 à 15 kgs. Ces tubes ont d'ailleurs à supporter le rayonnement, qui dépasse souvent la convection dans la région où ils sont situés. D'où les difficultés que soulève l'élévation du taux de vaporisation.

Tout effort tenté en vue d'augmenter l'échange pour les tubes les plus éloignés du foyer se traduit par une fatigue supplémentaire imposée aux tubes de coup de feu, déjà surchargés. On peut parer, il est vrai, à ce dernier inconvénient par l'emploi de tubes-écrans, destinés à refroidir les parois des chambres de combustion; mais le dépouillement des calories des gaz dans la région de moindre rendement, qui n'est opéré que par convection, exige la réalisation, de circuits chicanés multiples.

Le principe original de la chaudière Rauber et Luquet consiste à augmenter le taux de vaporisation des tubes travaillant habituellement le moins, sans surcharger pour autant les tubes de coup de feu, de façon à obtenir une augmentation du taux moyen sans diminuer la sécurité. L'artifice utilisé pour parvenir à ce résultat consiste à munir d'ailettes les tubes les plus éloignés du foyer, de façon à augmenter sensiblement leur surface de contact.

La coupe transversale figurée ci-contre permet de saisir immédiatement la conception d'ensemble de la nouvelle chaudière. Sur le réservoir cylindrique horizontal R viennent se brancher les éléments verticaux identiques accolés entre eux, qui constituent l'ensemble du faisceau tubulaire. Chaque élément vertical est constitué par deux collecteurs de section rectangulaire C et C', réunis entre eux par des tubes cintrés qui sont les tubes bouilleurs. On remarquera que les collecteurs C et C', que se trouvent dans un même plan, font entre eux un angle d'environ 45°.

De cette façon, les tubes les plus longs sont du côté du foyer. Les tubes de coup de feu, soit les deux premières rangées à partir du bas, sont lisses comme dans les chaudières ordinaires. Les rangées suivantes sont munies d'ailettes en tôle, soudées normalement aux tubes et dont les dimensions sont calculées de façon à assurer l'augmentation recherchée de la surface de contact. La partie du faisceau qui comprend les six dernières rangées de tubes porte des ailettes à la fois serrées et de dimensions plus grandes que celles des trois rangées de tubes situées immédiatement après les deux rangées lisses de coup de feu.

La puissance d'absorption en calories du dispositif ainsi réalisé est telle qu'un seul passage au contact du faisceau suffit à refroidir les gaz, mieux qu'aucun système de chicanes.

D'autre part, la convergence des collecteurs C et C', conjuguée avec le resserrement des ailettes, assure aux gaz une vitesse suffisante à mesure que leur température décroît, ce qui tend encore à favoriser le taux d'échange. Cette convergence offre d'ailleurs l'avantage de diminuer la longueur des tubes qui sont le plus chargés en ailettes. Du fait de ce parcours unique, sans interposition de chicanes, la résistance opposée au passage des gaz est très faible : le tirage se trouve donc grandement facilité et l'économie de la chaudière accrue en conséquence.

Le surchauffeur, situé en S, entre la 5e et 6e rangées de tubes bouilleurs, est constitué par une série d'éléments, dont chacun comporte un tube à deux plis, pareillement à ailettes.

Une première chaudière d'essai, conforme au type qui vient d'être décrit, a fonctionné pendant plus d'un an, depuis juillet 1927, à la Centrale de Gennevilliers. Par la suite, plusieurs appareils ont été construits, pour diverses industries. Des résultats ainsi obtenus, il résulte déjà plusieurs avantages importants à l'actif de la nouvelle chaudière. Indépendamment d'une sécurité certaine et d'un encombrement réduit dans tous les sens, on réalise une économie notable grâce aux taux élevé de vaporisation et à la facilité du tirage. Le rendement ne décroît pas aux faibles allures, grâce à la constance de la température de vapeur; la facilité d'absorption de la chaleur pour le faisceau assure une grande souplesse de marche, avec mise en pression très rapide. L'entretien demeure par ailleurs très aisé.

Ces différentes qualités sont particulièrement favorables à l'application marine. L'installation de la *Côte d'Azur* comprend quatre chaudières principales, timbrées à 17 kgs, chauffant au mazout. La surface de chauffe des tubes seuls est de 143², celle des ailettes est de 480 m². La température de vapeur est de 260°; la vaporisation horaire de 12 à 18 tonnes.

Des chaudières pour la marine de guerre sont actuellement en cours d'étude.

Louis Basso.

Chimie industrielle

Les huiles de Moringa ou huiles de Ben. — Les *Moringa*, arbres de la famille des *Moringaceae* donnent des fruits constitués par de longues gousses triangulaires, prismatiques plus exactement à trois valves, qui contiennent des graines presque rondes, légères, à carènes et à ailes. L'albumen qui contient environ 50 o/o d'huile forme une masse spérique blanche, cotonneuse à l'extérieur, ayant l'aspect d'une balle de sureau.

Ces arbres existent en Asie, dans les Antilles, en Afrique, etc... Dans le *Bulletin of the Imperial Institute*, n° 3 de 1930, p. 276, une étude est consacrée au *Moringa aptera* (Forsk.) Gaertn. de l'Afrique du N.-E., de la Syrie et de l'Arabie. Petit arbre de 3 à 4 m. de haut.

Ce *M. aptera* donne des graines dont l'écorce est plus développée (51 o/o) que dans l'espèce *M. pterygosperma* (29 o/o), mais, par contre l'albumen est le plus riche en huile : 50 o/o au lieu de 40. Voici les caractéristiques des huiles des deux espèces :

	Moringa aptera	*Moringa pterygosperma* — Imperial Institute	*Moringa pterygosperma* — Huile commerciale	*Moringa pterygosperma* — Lewkowitsch
Poids spécifique à 15° C.	0,9151	0,913	0,9157	0,9127
Indice de réfraction à 40°C.....	1,461	—	1,4668	1,4593
Acidité.....	0,5	2,3	0,9	—
Indice de saponification	188,2	186,0	187,4	187,7
Indice d'Iode (Wys, 3 h).	71,2	67,7	68,4	72,2
Insaponifiable.	0,5	—	0,93	—
Solidification des acigras.....	28°,1	—	37°	—

Après extraction des matières grasses, le tourteau de *Moringa aptera* a la composition suivante, comparée à celui de *M. phedygosperma*.

	M. aptera	*M. pterygosperma*
Humidité	8,7	12,0
Protéine brute	48,6	52,0

Matière grasse	2,6	8,0
Hydrocarbonées (par diff.)	28,0	20,2
Cellulose brute	6,6	3,96
Cendres	5,5	3,84
Relations nutritives	1 : 0,7	1 : 0,7
Nombre d'unités nutritives	156	170

Ce tourteau ne contient pas de composés cyanogénétiques, mais il donne des réactions d'alcaloïde. Il contiendrait un peu de saponine.

La graine serait susceptible de trouver un débouché dans le commerce. L'huile après raffinage pourrait sans doute être comestible.

L. R.

Agronomie

Le Giroflier à Madagascar (1). — La période de récolte commence, en général, vers le 15 octobre, elle est très active d'octobre au 15 novembre et se termine en fin décembre. Elle est plus avancée qu'à Soaneirana où elle ne commence que vers la première quinzaine de novembre. L'exposition ouest des girofliers de Sainte Marie en est, je crois, le motif.

La récolte se fait à la main. Les indigènes cueillent les clous dès qu'ils sont légèrement rosés. A ce moment, les boutons floraux sont développés, mais non épanouis. Un ouvrier récolte de 15 à 25 kg. de clous verts par jour. Cette quantité est cependant très variable. Si les arbres sont élevés et serrés, la récolte est plus difficile et le rendement est moindre, tandis qu'elle est maximum lorsque les girofliers sont bien développés et qu'ils ont été écimés à une hauteur de 4 à 5 mètres. Lorsque les girofliers sont bien développés et dès la base, les enfants peuvent récolter également, et ceci est très important dans des régions comme Sainte-Marie et Madagascar où la main-d'œuvre est rare et chère. Enfin, la récolte du girofle doit être faite dès la maturité des clous sous peine de perdre une grande partie de la récolte.

Les clous sont récoltés avec les griffes et la séparation se fait le soir par les mêmes ouvriers.

Immédiatement, clous et griffes sont portés sur des nattes propres en plein soleil. Le séchage rapide est le meilleur. La durée varie de trois à quatre jours suivant l'intensité de la chaleur. En cas de pluie, il est nécessaire de rentrer les nattes sous un hangar; si les clous sont mouillés, ils perdent de leur qualité, leur teneur en essence baisse et les clous sont ridés et moins beaux.

On admet à Sainte-Marie que 3 kg. 5 de clous verts donnent 20 kgs de griffes.

Les griffes et les clous sont donc vendus séparément sur le marché. Cette année les prix d'achat ont varié de 4,25 à 5,00, en général 4,50 pour les clous et 1,25 pour les griffes et par kilogramme.

Une grande partie des griffes est distillée sur place ainsi que les clous défectueux, tandis que tous les clous sont expédiés en sacs de 40 kg. sur les marchés d'Europe.

Cette année, la récolte arrivera à 600 tonnes environ. C'est, je crois, le maximum qui peut produire Sainte-Marie, car la main-d'œuvre qui vient encore de la Grande Terre pour la période de la récolte diminuera chaque année puisque les indigènes ont eux-mêmes établi des plantations sur la côté Est de Madagascar.

Seuls, les habitants de Sainte-Marie, aidés de la main-d'œuvre pénale, devront assurer la lourde tâche de la récolte.

Les laborieux colons de Sainte-Marie et de Madagascar ont depuis quelques années installé de nombreuses distilleries. A Sainte-Marie particulièrement, le nombre des alambics est même élevé et s'accroît de jour en jour. C'est ainsi que depuis sept mois l'Administration a enregistré l'entrée de treize alambics.

Les colons distillent actuellement les feuilles de girofliers, beaucoup ont reconnu les inconvénients des arbres élevés et ils n'hésitent plus à étêter leurs arbres. Les branches du sommet du giroflier, après avoir été coupées convenablement, sont déposées sous le giroflier. Après quelques jours et avant dessiccation complète, branchages et feuilles sont placées dans l'alambic. On atteint ainsi un rendement de 2 o/o à 3 o/o d'essence.

Enfin, les feuilles mortes récoltées sous les girofliers sont également distillées, le rendement est d'environ de 1 o/o et varie avec l'époque de l'année. C'est ainsi que de novembre à janvier, le rendement est ordinairement bon, alors que de février à mai, il est le plus faible, car c'est la période pluvieuse.

Les alambics sont ordinairement du type Deroy à feu nu. Ils ont une capacité approximative de 200 jusqu'à 2.000 litres. L'installation est ordinairement comprise comme suit :

La cucurbite est noyée dans un bloc épais de maçonnerie et le chauffage a lieu au bois. Le serpentin est situé à une hauteur suffisante permettant le retour de l'eau mère du florentin directement à la partie supérieure de la cucurbite. L'eau pour le réfrigérant est amenée ordinairement par des tuyauteries simples, en bambous généralement ou avec une pompe.

La distillation dure 48 heures pour les alambics de 2.000 litres. Les feuilles et branchages sont noyés dans l'eau et, après chaque distillation, le fond des alambics est soigneusement nettoyé, car il se dépose des goudrons sur les parois de la cucurbite qui formeraient bien vite une couche isolante aux alambics et à l'essence.

Les cols de cygne sont rarement recouverts d'enveloppe calorifuge.

Nous avons remarqué tout particulièrement chez M. Counil, un appareil en tôle fait sur place et qui donne un excellent rendement à son propriétaire, le chapiteau est surmonté d'une large colonne haute de 1 m. 50 de large et 0,35 de diamètre. Une paroi inclinée percée de trous empêche les feuilles ou débris chassés par la vapeur de venir obstruer le serpentin. M. Counil qui travaille très méthodiquement sur son beau domaine obtient de 4 à 4,25 o/o d'essence avec les feuilles séchées à l'ombre. Ce haut rendement ne peut être comparé avec ceux obtenus à Sainte-Marie où le tout, branches et feuilles, est introduit dans l'alambic. M. Counil distille uniquement les feuilles provenant de l'écimage de ses girofliers. Après une légère dessiccation, des femmes arrachent à la main les feuilles qui sont fixées aux branches coupées et qui ne peuvent se détacher par un simple battage.

M. Counil a remarqué que l'exposition des feuilles au soleil ainsi que la fermentation font rapidement disparaître une forte proportion d'essence. L'essence de feuilles qu'il obtient, dose de 85 à 90 o/o d'eugénol.

Au cours de notre tournée, nous n'avons rencontré qu'une seule installation d'alambics à la vapeur. C'est celle de la Société pour l'Industrie des parfums.

Les appareils sont destinés à distiller principalement les griffes et les clous. M. Kipifer, qui a installé l'usine de cette Société à Manampana, achète les griffes aux planteurs et les distille ainsi que les clous avariés. Chaque

(1) Extrait de « *Les Produits Coloniaux et le Matériel Colonial.* »

appareil peut contenir environ 250 kg. de griffes. La distillation est plus rapide, une durée de vingt heures au maximum est suffisante, d'où économie de combustible et de temps. M. Kipifer a bien voulu nous donner les rendements qu'il obtient avec les appareils perfectionnés de cette Société, ils sont les suivants :

5 o/o avec les griffes et 15 o/o avec les clous. L'essence dose 87 o/o d'eugénol.

LEDREUX,
Ingénieur d'Agriculture Coloniale,
Directeur de la station d'essai de l'Ivoliona.

NOUVELLES

Conférences radiophoniques de la Revue Scientifique. — Deux conférences seront faites à Radio-Paris aux dates suivantes :

Mercredi, 14 octobre, à 19 heures. — *Faraday*, par M. Chaumat, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers.

Mercredi, 4 novembre, à 19 heures. — *Moureu*, par M. Albert Ranc, Docteur ès-Siences.

Une statue à Henri Moissan. — Le 4 octobre, a eu lieu à Meaux, sous le patronage de la Société de Chimie industrielle, l'inauguration de la statute d'Henri Moissan, l'inventeur du four électrique, découverte qui devait être si féconde pour toutes les industries qui utilisent les hautes températures.

Moissan est mort en 1906, âgé seulement de 55 ans. Il était membre de l'Académie des Sciences et s'était vu attribué le Prix Nobel de Chimie quelques mois avant sa mort.

Société des Amis de l'Observatoire du Pic du Midi. — *Création de bourses de recherches à l'Observatoire.* — La Société des Amis de l'Observatoire du Pic du Midi, a tenu son Assemblée générale annuelle à Bagnères-de-Bigorre, le 27 Août. En l'absence du président de la Société, M. B. Baillaud, directeur honoraire de l'Observatoire de Paris, membre de l'Institut, et des vice-présidents, MM. d'Arsonval et Ch. Fabry, membre de l'Institut, la séance a été présidée par M. Jules Baillaud, astronome titulaire de l'Observatoire de Paris.

Dans un rapport très documenté, le Secrétaire général, M. Edouard Privat, a passé en revue l'activité de l'Observatoire dans le cours de l'année. Il a exposé les résultats obtenus par MM. Dauzère, directeur de l'Observatoire, J. Bouget, Dort, Devaux et Garrigue, botaniste et physiciens de l'Observatoire, par MM. Lyot et Mineur, astronome à l'Observatoire de Paris, Chalonge, assistant de Physique à la Sorbonne, Dubois de la Faculté des Sciences de Caen, Roy, de la Faculté des Sciences de Toulouse. Les travaux de MM. Dauzère et Bouget sur les orages et la grêle, et de M. Lyot, sur l'observation en dehors des éclipses de la couronne solaire et de la chromosphère ont conduit à des résultats de la plus haute valeur qui font un très grand honneur à ceux qui les ont accomplis et qui témoignent des qualités de l'Observatoire du Pic du Midi, comme station de recherche. L'Assemblée décide d'exprimer à M. Lyot, en lui offrant un souvenir rappelant les Pyrénées, ses félicitations pour sa découverte du Pic d'un procédé d'observation de la couronne solaire, et de décerner à M. Joseph Bouget un prix de 2.000 fr. en récompense de son labeur assidu et de son dévouement à l'Observatoire du Pic du Midi.

Le président de séance, après avoir félicité le directeur de l'Observatoire, M. Dauzère, d'avoir su attacher et retenir au Pic, un personnel permanent, instruit, actif, et plein d'intelligence, a montré que les champs de recherches qu'offre le Pic du Midi, en astronomie, physique du globe, biologie, sciences naturelles, sont trop variés pour que le personnel permanent puisse à lui seul les exploiter toutes. Il faut attirer à l'Observatoire pour des séjours temporaires des chercheurs spécialisés. L'accueil qu'ils y reçoivent est assurément tout à fait cordial et toutes facilités leur sont données pour leurs travaux par le personnel de l'Observatoire; mais ils rencontrent des difficultés réelles pour se procurer les fonds nécessaires à leurs frais de mission. Les ressources de la Société le permettant, l'Assemblée décide d'inscrire au budget de l'an prochain une somme de 2.000 fr. pour une ou deux bourses de recherches.

Un des assistants, M. G. Gilbert, architecte à Lourdes, lui-même, amateur des sciences et chercheur éclairé, a fait connaître à la fin de la séance, au secrétaire général qu'il mettrait chaque année une bourse de 1.000 francs à la disposition de la Société, en vue de faciliter à un chercheur, un séjour de quelque durée à l'Observatoire du Pic du Midi. M. Gilbert a fait cette offre avec trop de discrétion pour qu'il ait pu être remercié en séance. Qu'il trouve ici l'expression de la gratitude des hommes de science, et l'assurance qu'ils s'efforceront de rendre féconde la bourse qu'il vient de fonder.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Cité universitaire.* — Devant l'affluence des demandes d'admission à la *Cité Universitaire*, la Fondation nationale (29, rue Le Felletier) se voit contrainte de suspendre l'incription des candidatures nouvelles, pour les chambres attribuées aux étudiants français dans les Fondations étrangères du boulevard Jourdan.

Ecole Polytechnique. — Sont nommés examinateurs suppléants pour le concours de 1932 :

Mathématiques. — MM. Dargenton, ingénieur en chef des ponts et chaussées; Métral, ingénieur civil des mines, chargé de conférences à la faculté des sciences de l'université de Paris.

Physique. — M. Pérard, premier adjoint au bureau international des poids et mesures.

Chimie. — M. Wilmet, capitaine d'artillerie, docteur ès-sciences.

Langues vivantes. — M. Koessler, professeur au lycée Janson-de-Sailly.

Concours de 1932

Le texte de l'Instruction relative au concours d'admission à l'Ecole Polytechnique en 1932 a été arrêté par le ministre de la guerre, à la date du 21 septembre 1931.

Examens écrits. — Les compositions écrites commenceront le vendredi 27 mai 1932. Les centres d'examens écrits seront : Alger, Besançon, Bordeaux, Caen, Clermont-Ferrand, Dijon, Grenoble, La Flèche, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Nantes, Nice, Nîmes, Orléans, Paris, Poitiers, Rennes, Rouen, Toulouse, Tours, Versailles. De plus des centres de compositions écrites pourront, en cas de besoin être créés aux Colonies.

Examens oraux. — Tous les examens oraux ont lieu à Paris. Les examens oraux du premier degré commenceront le lundi 13 juin; ceux du deuxième degré commenceront le jeudi 16 juin. Les établissements de province seront

convoqués dans l'ordre ci-après, qui a été déterminé par voie de tirage au sort : Alger, Dijon, Douai, Clermont-Ferrand, Nîmes, Metz, La Flèche, Nancy, Strasbourg, Versailles (Sainte-Geneviève), Poitiers, Reims, Saint-Etienne, Rennes, Lille, Amiens, Orléans, Montpellier, Toulouse, Nice, Marseille, Caen, Rouen, Besançon, Versailles (Hoche), Grenoble, Tours, Lyon (Parc), Bordeaux, Lyon (Anglais), Nantes.

Le nombre des élèves à admettre est de 195 élèves au titre de l'effectif normal et 55 en surnombre.

(*Inform. Univ.*).

Conservatoire Nafional des Arts et Métiers. — *Cours publics et gratuits.* — *Année scolaire* 1931-1932. — Les cours commenceront le 3 novembre 1931 et se continueront aux jours et heures suivants :

MATHÉMATQUES. — (en vue des applications), 1re année. — M. R. Bricard, Professeur : Mathématiques générales : les lundis et jeudis à 21 h. 15, à partir du 5 novembre.

MÉCANIQUE, 1re année. — M. Kœnigs, Professeur : Les mardis et vendredis à 21 h. 15, à partir du 3 novembre.

MACHINES, 3e année. — M. Monteil, Professeur : Machines hydrauliques et thermiques autres que les moteurs : Les mercredis et samedis, à 21 h. 15, à partir du 4 novembre.

PHYSIQUE GÉNÉRALE dans ses rapports avec l'industrie : M. Lemoine, Professeur : Les mercredis et samedis à 20 heures à partir du 5 novembre.

ELECTRICITÉ INDUSTRIELLE, 1re année. — M. Chaumat, Professeur : Les lundis et jeudis à 20 heures à partir du 5 novembre.

MÉTALLURGIE ET TRAVAIL DES MÉTAUX, 2e année. — M. L. Guillet, Professeur : I Essais des produits métallurgiques; II Propriétés et emplois des alliages; III Traitements thermiques et chimiques : Les mardis et vendredis, à 20 h., à partir du 5 novembre.

CHIMIE GÉNÉRALE dans ses rapports avec l'industrie, 1re année. — M. Dubrisay, Professeur : Les lundis et jeudis, à 21 h. 15, à partir du 5 novembre.

CHIMIE AGRICOLE ET BIOLOGIQUE. — M. Javillien, Professeur : Les mercredis et samedis, à 20 h., à partir du 4 novembre.

CHIMIE INDUSTRIELLE, 1re année. — M. Fleurent, Professeur : I Grande industrie chimique minérale; II Industries basées sur l'emploi des matières végétales : Les mardis et vendredis, à 20 heures, à partir du 3 novembre.

CHIMIE APPLIQUÉE aux industries des matières colorantes, blanchiment, teinture, impression et apprêts, 1re année.— M. Wahl, Professeur : Les lundis et jeudis à 20 heures, à partir du 5 novembre.

CHIMIE APPLIQUÉE aux industries des chaux et ciments, de la céramique et de la verrerie, 1re année. — M. Granger, Chargé de cours : Les mercredis à 21 h. 15 et les jeudis à 20 h. (janvier à avril), à partir du 4 novembre.

CHIMIE APPLIQUÉE au chauffage industriel, 1re année. — M. Damour, Chargé de cours : Les samedis à 21 h. 15 et les jeudis à 20 h. (novembre à janvier), à partir du 8 novembre.

CONSTRUCTIONS CIVILES, 3e année. — M. Mesnager, Professeur : Les lundis et jeudis, à 21 h. 15, à partir du 5 novembre.

FILATURE ET TISSAGE. — M. Dantzer, Professeur : Les mercredis et samedis, à 20 h., à partir du 4 novembre.

ART APPLIQUÉ AUX ARTS ET MÉTIERS, 1re année. — M. Magne, Professeur : Les mardis et vendredis, à 21 h. 15, à partir du 3 novembre.

AGRICULTURE ET PRODUCTIONS AGRICOLES dans leurs rapports avec l'industrie. — M. Heim de Balsac, Professeur : Les mardis et vendredis, à 20 h., à partir du 3 novembre, ECONOMIE POLITIQUE, 2e année. — M. F. Simiand, Professeur : Les lundis et jeudis, à 20 h., à partir du 3 novembre.

ECONOMIE INDUSTRIELLE IT STATISTIQUE, 1re année. — M. Divisia, Professeur : Les mardis et vendredis, à 20 h., à partir du 5 novembre.

THÉORIE GÉNÉRALE DES ASSURANCES SOCIALES, 2e année.— M. Risser, Professeur : Les mardis et vendredis, à 21 h. 15 à partir du 3 novembre.

ORGANISATION DU TRAVAIL ET ASSOCIATIONS OUVRIÈRES, 3e année. — M. Aucuy, Professeur : Les lundis et jeudis à 21 h. 15, à partir du 5 novembre.

PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL, HYGIÈNE INDUSTRIELLE, ORIENTATION PROFESSIONNELLE, 1re année. — M. Laugier, Professeur : Les mercredis et samedis, à 21 h. 15, à partir du 4 novembre.

ORGANISATION SCIENTIFIQUE DU TRAVAIL, 2e année. — M. Danty-Lafrance, Professeur : Les mardis et vendredis, à 21 h. 15, à partir du 3 novembre.

PRÉVENTION DES ACCIDENTS DE TRAVAIL. — M. Salmont, Professeur : Les mardis et vendredis, à 21 h. 15, à partir du 3 novembre.

DROIT COMMERCIAL, 1re année. — M. Percerou, Professeur : Les mercredis et samedis, à 20 h., à partir du 4 novembre.

GÉOGRAPHIE COMMERCIALE ET INDUSTRIELLE, 2e année. — M. Hauser, Professeur : Les mercredis et samedis, à 21 h. 15, à partir du 4 novembre.

NAVIGATION AÉRIENNE. — M. Soreau, Chargé de cours : Les lundis à 20 h., à partir du 9 novembre.

Les cours du Conservatoire national des Arts et Métiers sont complétés par des Travaux pratiques (consulter l'affiche) comprenant l'éxécution de projets et devis, des visites d'établissements industriels, des manipulations de laboratoire. Pour y être admis, les élèves doivent posséder des connaissances scientifiques suffisantes qui seraient constatées par un examen et par la production de titres et certificats suivant les indications insérées dans une Notice qui contient, en outre, des renseignements sur les conditions d'inscription, la rétribution scolaire, etc.

Des diplômes et certificats sont délivrés par un Jury de professeurs et d'industriels dans les conditions fixées par la Notice.

Ecole préparoire de Médecine et de Pharmacie de Rouen. — Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant de la chair d'Histoire naturelle s'ouvrira le mardi 5 avril 1932, devant la Faculté de Pharmacie de Paris.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Ecole préparoire de Médecine et de Pharmacie de Caen. — Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant des deux chaires de Clinique chirurgicale et de Clinique obstétricale s'ouvrira le vendredi 1re avril 1932 devant la Faculté de Médecine de Paris.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Viscosité et rigidité des liquides, par J. Duclaux. In-12 de 72 pages. Société d'Editions Scientifiques, Paris, 1930.

M. J. Duclaux, dont on connaît les belles recherches qu'il poursuit depuis de nombreuses années sur la physico-chimie des colloïdes, expose les difficultés que soulève l'étude de la viscosité et de la rigidité des liquides, et principalement des solutions colloïdales.

Il commence par rappeler la définition précise de ce qu'il faut entendre par viscosité d'un fluide et, par exposer les principes fondamentaux sur lesquels repose la mesure de cette propriété. Il précise le sens de la loi d'Einstein rattachant la viscosité d'une suspension à celle du liquide et au volume des particules de la suspension. Il expose ensuite les grandes lignes de la théorie permettant de concevoir l'origine physique de la viscosité, notamment dans le cas des gaz, et de la rattacher aux conceptions moléculaires. Il est ainsi amené à distinguer les liquides à rigidité normale, pour lesquels le coefficient de frottement est indépendant du gradient de vitesse, et les liquides anormaux, pour lesquels cette hypothèse n'est plus exacte et qui ne suivent plus la loi de Poiseuille. Dans cette dernière catégorie entrent notamment les liquides doués de rigidité, pour lesquels le passage d'un liquide dans un tube capillaire exige une énergie finie, même sous une vitesse d'écoulement infiniment faible. Il montre que l'existence de la rigidité fausse et rend à peu près impossible la mesure de la viscosité et il insiste sur l'importance que présente, pour beaucoup de solutions colloïdales, l'étude de la rigidité. Il fait une étude critique des conséquences qui ont été tirées de la loi d'Einstein sur la viscosité des solutions en vue d'évaluer le degré de solvatation des molécules. Il termine par des considérations sur la structure complexe des gels qui l'amènent à conclure que, selon toute probabilité, parmi les produits colloïdaux naturels et ceux de leurs dérivés qui ne sont pas trop dégradés, un très petit nombre seulement sont formés d'une substance unique, la plupart d'entre eux étant des complexes chimiques ou physiques formés souvent d'un composé insoluble retenant par un mode d'association particulier un autre constituant beaucoup plus soluble.

Dans cette brochure, M. J. Duclaux a concentré de très importantes réflexions critiques qui méritent d'attirer très sérieusement l'attention de tous les physico-chimistes; ils y préciseront les notions trop souvent exposées d'une manière très vague dans la plupart des recueils et beaucoup y apprendront à se défier des théories trop simples et des raisonnements trop faciles.

A. Bc.

La Parthénogenèse, par le Professeur A. Vandel. In-8°. XIX-412 pages, 42 fig. (*Encyclopédie Scientifique* publiée sous la direction du Dr Toulouse). G. Doin et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 32 francs.

L'Encyclopédie Doin vient de s'enrichir, dans la Bibliothèque de Biologie générale dirigée par le Professeur M. Caullery, d'un remarquable volume : la *Parthénogenèse* par le Professeur A. Vandel. On donne, comme on sait, le nom de parthénogenèse au développement d'un organisme à partir d'un œuf qui n'a pas été fécondé. C'est là, un processus exceptionnel par rapport à la règle presque absolue qui exige, à l'origine de tout être nouveau, la pénétration de l'œuf par un spermatozoïde fécondant; mais précisément par ce caractère exceptionnel la parthénogenèse suscite la curiosité du biologiste et pose devant lui des problèmes variés. M. Vandel était qualifié mieux que personne, par l'orientation de ses propres recherches, pour exposer d'ensemble ces problèmes et ce que l'on sait déjà de leurs solutions. Dans une première série de chapitres, consacrés à une exposition descriptive, il montre comment la parthénogenèse intervient dans le cycle biologique des espèces qui la présentent. Certains cas sont connus depuis longtemps : parthénogenèse arrhénotoque, c'est-à-dire où l'œuf vierge donne forcément naissance à un mâle, comme cela a lieu chez les Hyménoptères; parthénogenèse cyclique, où plusieurs générations de femelles virginipares se succèdent avant que n'interviennent une génération sexuée (Pucerons, Cladocères); parthénogenèse facultative ou accidentelle, etc. Un des chapitres les plus intéressants est celui de la parthénogenèse géographique, terme introduit par M. Vandel pour caractériser les faits si curieux élucidés par Artom dans l'histoire de l'*Artemia salina* et par lui-même dans celle des Cloportes du genre *Trichoniscus*. Une même espèce peut exister sous forme de deux races distinctes, l'une bisexuée où la fécondation est nécessaire, l'autre parthénogénétique, exclusivement formée de femelles virginipares; et comme celles-ci sont incapables de s'accoupler avec les mâles de l'autre race, les deux races peuvent coexister dans une partie de leur aire de dispersion sans qu'aucun croisement, aucun mélange se produise jamais entre elles. La seconde moitié du livre est consacrée à l'étude cytologique de la parthénogenèse, c'est-à-dire au comportement des chromosomes dans la maturation de l'œuf vierge et le début de son développement. Il est fort remarquable qu'à chacun des types de parthénogenèse distingués du point de vue biologique correspond également un mécanisme particulier par lequel se maintient le type chromosomique de l'espèce; dans les cas, par exemple, de parthénogenèse géographique, la race parthénogénétique est polyploïde par rapport à la race bisexuée, c'est-à-dire que le nombre de ses chromosomes est un multiple de celui de la race bisexuée. Trois chapitres sont consacrés à examiner les rapports de la parthénogenèse naturelle avec la parthénogenèse expérimentale, avec le déterminisme du sexe et avec les problèmes généraux de la variation et de la genèse des espèces.

Le livre de M. Vandel constitue une mise au point particulièrement solide de ce que nous savons actuellement sur la parthénogenèse. Il s'appuie tant sur des recherches originales que sur une information considérable, dont témoigne un index bibliographique de plus de 700 numéros; mais l'érudition n'y fait jamais tort à la clarté; tous les faits ont été inventoriés, mais classés et jugés avec un sens critique très averti; on les retrouve dans le texte à leur place et à leur valeur; les grandes lignes sont mises en lumière, éclairées par les théories qui, pour le moment au moins, les expliquent; les détails douteux, les lacunes sont signalées à l'activité des chercheurs. Ainsi cette belle synthèse, précieuse par le bilan qu'elle nous donne des faits acquis, ne sera pas moins utile par ses suggestions. Elle achève de démontrer, s'il en était besoin, que M. Vandel est un de nos meilleurs professeurs et de nos meilleurs biologistes.

Ch. Pérez

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 20 — 69e ANNÉE — 24 OCTOBRE 1931

DE L'HELICOPTÈRE A L'HELICOSTAT (1)

par Etienne OEHMICHEN
Ingénieur E.C.P.

La Société Française de Navigation Aérienne a bien voulu me demander de lui faire un compte-rendu de mes derniers essais dans le domaine du vol vertical et de lui décrire dans ses grandes lignes l'appareil que j'expérimente actuellement à Valentigney.

Cette machine d'étude, à laquelle j'ai donné le nom d'*hélicostat*, présente une disposition d'ensemble et des particularités nouvelles qu'ont imposées les données fondamentales du problème et qui constituent l'aboutissement logique des expériences antérieures.

La question du vol vertical, fort simple en apparence, est, au fond, d'une extrême complexité : la maigreur des résultats obtenus en dix ans, malgré la multiplicité des tentatives, n'a pas d'autre raison.

S'il est actuellement possible de construire un hélicoptère capable de s'élever verticalement en emportant son pilote, de se maintenir au point fixe en atmosphère à peu près calme, de progresser lentement dans le sens horizontal, d'accomplir des virages et d'atterrir à la verticale, on commence à rencontrer les plus sérieuses difficultés quand il s'agit d'aller plus loin.

Pour que la machine soit susceptible d'utilisation pratique, il faut, en effet, qu'elle possède un degré suffisant de sécurité et la faculté de se déplacer horizontalement à vitesse élevée.

Or, il est évident qu'en dehors de toute considération relative à la solidité du mécanisme, un appareil de vol mécanique déjà supposé stable, ne peut être considéré comme sûr que s'il est en état d'opérer sa descente avec une composante verticale de vitesse assez faible pour atterrir sans accident, lorsque la puissance motrice vient à lui faire subitement défaut.

Si donc il n'existe pas de dispositif annexe de sécurité, il faut que l'incidence des pales de la voilure sustentatrice tournante soit reversible, afin que la rotation du système sustentateur puisse être entretenue par le vent relatif de la chute. Il faut, au surplus, que ce renversement de l'angle d'attaque suive instantanément la défaillance du moteur, sous peine d'introduire dans la descente des régimes temporaires de chute à vitesse très élevée, interdisant le vol à l'extrême ralenti, en-dessous d'une altitude déterminée.

Ce ne sont certes pas là des difficultés insurmontables. Tout au plus conduisent-elles à une certaine complication mécanique exigeant les soins les plus sérieux pour que le fonctionnement du système puisse être considéré comme à peu près garanti.

Le point le plus grave est la nécessité où l'on se trouve de munir l'appareil de sustentateurs de très grand diamètre, seuls capables

(1) Conférence faite le 17 juin à la Société Française de Navigation Aérienne.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

de freiner convenablement la descente et d'en limiter la vitesse à une valeur acceptable (1).

Toutefois, des effets d'inertie fort importants sont la rançon forcée des oscillations ou des changements de trajectoire que l'on impose alors aux pales au cours de chaque révolution.

Même en se plaçant dans les meilleures conditions possibles, on ne parvient jamais à en éviter complètement les effets dans les voilures actives, d'assez grand diamètre pour assurer la sécurité, lorsque la vitesse horizontale dépasse 10 mètres à la seconde.

La commande des pales par réaction directe n'a pas, jusqu'à présent, donné grands résultats. C'est cependant le seul procédé qui permettrait d'affranchir l'appareil d'une partie des inconvénients majeurs que comporte l'emploi des transmissions mécaniques.

On peut donc dire, sans trop s'avancer, que dans l'état actuel de la technique, il y a incompatibilité *pratique*, sinon théorique, entre la condition dite de la sécurité et celle de la translation horizontale à grande vitesse pour tous les appareils de vol vertical à voilure active dépourvus d'éléments sustentateurs ou freinants, indépendants de la voilure tournante.

Il ne peut être question de sacrifier la vitesse de translation à la sécurité ; on n'aboutirait, ce faisant, qu'à créer une machine incapable de résister à un vent de quelque importance et qui serait finalement le jouet de l'air.

Il est bien inutile d'insister sur les conséquences pratiques d'une telle incompatibilité, opposant entre eux des éléments somme toute fondamentaux et aussi nécessaires l'un que l'autre à la solution du problème dans toute sa généralité.

Les percussions, d'origine aérodynamique ou mécanique, imposent aux transmissions déjà surchargées et à la voilure elle-même, des efforts supplémentaires toujours redoutables par leur répétition, et que les liaisons élastiques ne suffisent pas à éliminer totalement, puisqu'il demeure toujours à tout le moins un organe qui n'y peut être soustrait.

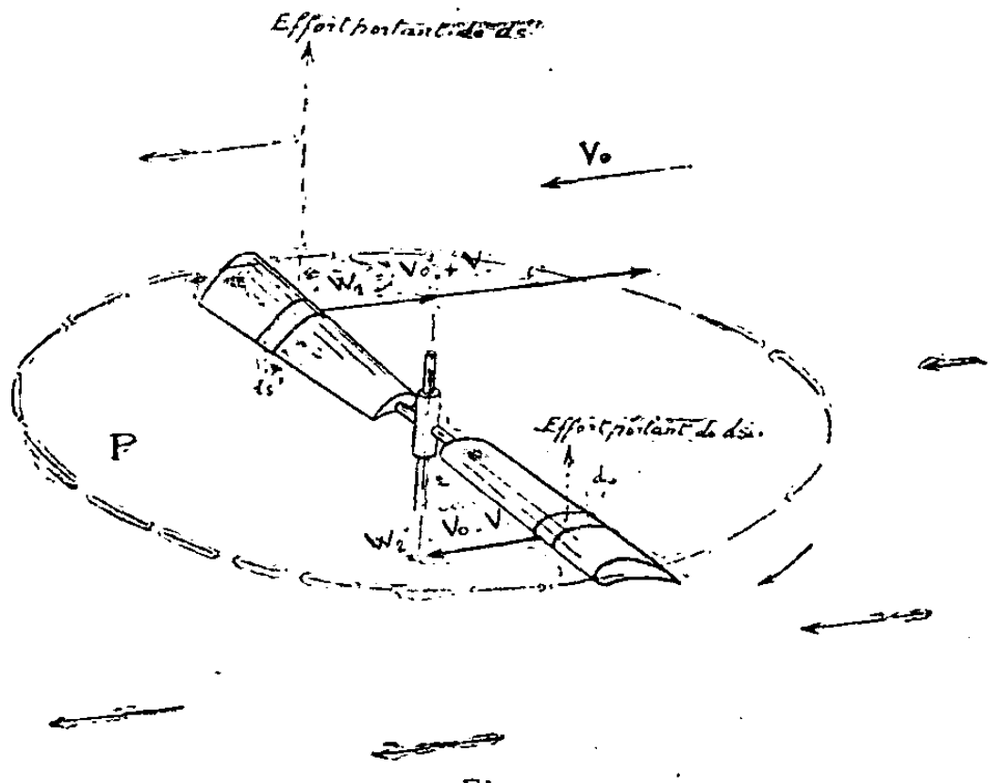


Fig. 1.
V = vitesse tangentielle de l'élément *ds*.
V_0 = vitesse du vent, parallèle au plan P de rotation.
$W_1 = V \pm V_0$ = vitesse relative de la pale par rapport à l'air.

Quelle que soit la perfection du dispositif choisi, il paraît qu'un certain degré d'insécurité mécanique constitue la tare inévitable de tous les appareils à voilure tournante et plus particulièrement des appareils à voilure active et dont la sustentation n'est demandée qu'à cette seule voilure.

Mais il est un autre point de la question sur lequel il convient d'attirer particulièrement l'attention : c'est celui de la *tenue*, du pilotage des appareils de vol vertical, maintenus immobiles par rapport à l'air, ou progressant à une vitesse horizontale ultra-réduite.

La perte de vitesse, si redoutée de l'aviateur qu'elle prive du contrôle de sa machine, est ici totale.

L'appareil est flottant, privé qu'il est de tout courant d'air susceptible, si l'on peut dire, de le polariser, de lui inspirer une direction fixe, une position stable.

Alors que sur l'avion qui progresse à grande allure, la moindre action sur les ailerons ou sur l'équilibreur est suivie d'une réponse immé-

(1) Cette condition majeure est à peu près sans inconvénient pour les voilures tournantes, *passives*, dont l'incidence est négative et que fait tourner à la manière des ailes d'un moulin à vent le courant d'air relatif de la marche horizontale elle-même ou de la descente oblique.

Ces voilures, qu'utilisent les appareils connus sous le nom d'autogire, se prêtent assez bien à l'obtention de vitesses horizontales relativement élevées, parce qu'elles ne se déséquilibrent pas de façon sensible sous l'influence de la translation horizontale.

Conférant à l'appareil le seul avantage d'une descente sous un angle élevé par rapport au sol, elles ne permettent, pas plus que les voilures fixes d'avions auxquelles elles touchent finalement d'assez près, d'obtenir l'envol vertical, le stationnement au point fixe ou la translation à vitesse réduite, toutes conditions qui exigent des voilures *actives*, à angle positif, actionnées mécaniquement, des voilures d'hélicoptère en un mot, qui se comportent de façon diamétralement opposée.

Mais, avec de semblables voilures, des déséquilibres aérodynamiques intenses, croissant très rapidement avec la vitesse de translation, se font sentir dans les pales.

Si le sustentateur est peu chargé, c'est-à-dire ne développe qu'un effort axial réduit malgré l'importance de son diamètre, condition qui conduit à le faire tourner lentement, ces déséquilibres atteignent des valeurs absolument inadmissibles pour des vitesses de translation horizontale encore beaucoup trop faibles pour les besoins de la pratique (fig. 1).

Pour tenter de remédier à un tel état de choses, on est amené à pratiquer des variations périodiques de l'angle d'attaque des pales à chaque tour de la voilure, de façon à en réduire l'incidence lorsqu'au cours de leur rotation, elles marchent contre le vent relatif et à accroître cette même incidence lorsque les pales vont dans le sens de ce même vent.

diate, on ne peut rien espérer de semblable sur l'hélicoptère en état d'immobilité relative.

S'il s'incline, rien n'agit pour le redresser. Il ne peut qu'entrer en translation, en glissade plutôt, dans la direction même où il penche.

Cette glissade, sorte de dérapage qui menace

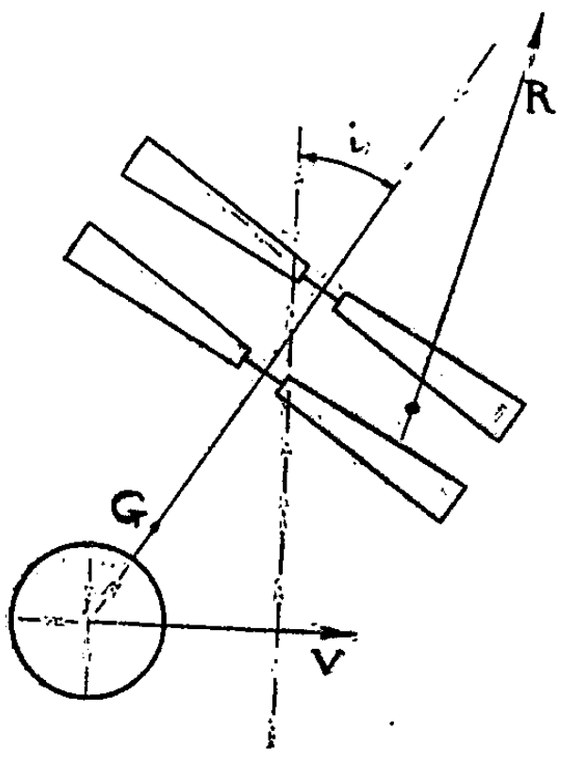


Fig. 2.
i = Inclinaison de l'appareil.
R = Résultante des actions de l'air sur l'appareil accomplissant une embardée de vitesse V. Cette résultante a un certain effet redressant.

d'entraîner à tout instant la machine dans une direction tout à fait quelconque, s'accompagne, il est vrai, d'un déplacement du centre de pres-

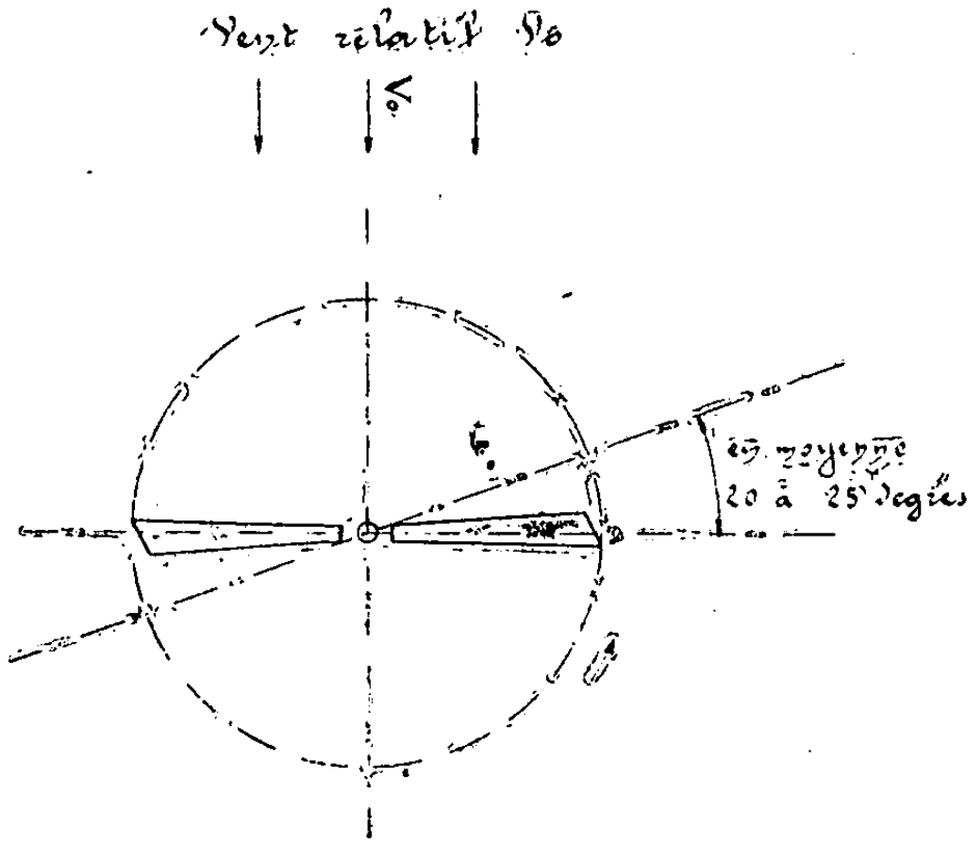


Fig. 3.
C = Position du centre moyen des pressions sous l'influence du vent relatif V_0.

sion de l'air sur le sustentateur tendant à en opérer le redressement (fig. 2 et 3).

Cet excentrement favorable de la résultante aérodynamique varie en raison inverse de la charge de la voilure relativement à son diamètre et en raison directe de la rapidité de la glissade. Très faible au début du mouvement, il ne commence généralement à faire sentir ses effets correcteurs que lorsque l'embardée est franchement partie. L'appareil possède alors une énergie cinétique importante dans le sens horizontal, qu'une inclinaison du sustentateur en sens inverse du sens initial n'arrête pas immédiatement.

L'appareil, quoique se couchant de plus en plus en sens inverse de son inclinaison première, sous l'influence du couple redresseur, continue cependant son mouvement. Lorsque sa force vive est entièrement absorbée par l'effet du freinage du sustentateur de plus en plus contre-incliné, l'appareil fait en général avec la verticale un angle bien supérieur à celui qui a provoqué la première glissade. Il faut donc s'attendre à une embardée nouvelle en sens inverse de la précédente et plus violente que celle-ci.

En soumettant la question au calcul, on peut montrer qu'à partir d'un certain taux de charge de la voilure, d'une certaine masse et d'un certain moment d'inertie de l'appareil autour d'un axe horizontal passant par le centre de gravité, toutes valeurs limites largement dépassées dans la pratique, les mouvements de l'appareil *non corrigés à temps par son conducteur* ont le caractère d'une oscillation résonnante.

L'amplitude et l'inclinaison maxima vont en croissant, si bien que le chavirement total de l'appareil devient inévitable.

Un pilotage énergique et prompt, agissant, soit sur la voilure elle-même pour provoquer dans le sens et avec l'intensité voulus des variations périodiques de l'incidence, soit sur des dispositifs annexes (systèmes d'hélices d'axe vertical, à pas variable et reversible, et rejetées aussi loin que possible du centre de l'appareil), est absolument indispensable pour éviter l'amorçage d'oscillations suffisantes pour déclencher la résonance.

Un peu plus d'un millier de vols sur des appareils de conceptions diverses m'ont enseigné tout cela et le calcul m'a montré malheureusement qu'il s'agissait bien d'un phénomène d'ordre général et non pas des conséquences de certaines dispositions plus ou moins défectueuses, toujours faciles à corriger.

Au cours de recherches qui se sont poursuivies pendant plusieurs années, je me suis efforcé de rendre automatique l'équilibre de la machine. Des résultats ont été obtenus avec l'hélice à régulateur et surtout avec l'hélice automatique à contrepoids et suspension par cardan. L'appareil s'améliore très nettement. La stabilité est acquise pour des taux de charge relativement élevés et des poids qui détermineraient à coup sûr l'oscillation résonnante sur des appareils non munis du système automatique.

Mais si l'appareil échappe aux oscillations

d'amplitude croissante, il glisse encore latéralement. Les dispositifs automatiques n'agissent pas avec toute la promptitude voulue en raison de leur masse même. De son côté, le champ aérodynamique ne se modifie pas de manière instantanée, si bien qu'à toute inclinaison initiale correspond toujours l'inévitable, l'inadmissible embardée.

Il ne faut pas oublier non plus que, suffisamment efficace pour les voilures passives, la suspension en cardan l'est beaucoup moins pour les voilures actives, en raison des réactions sur les axes de suspension qu'engendre le couple moteur, réactions qui tendent notamment à ramener plus ou moins rapidement le plan de rotation de l'hélice à la perpendiculaire sur l'axe même de rotation.

Il faut donc encore piloter la machine, c'est-à-dire agir à tout instant pour assurer son équilibre.

A supposer même, ce qui est théoriquement possible, que l'équilibre automatique pût être intégralement réalisé, ce ne serait qu'au prix d'une diminution du taux de charge, autrement dit d'un accroissement du diamètre du sustentateur à égalité de poids enlevé, condition éminemment défavorable à la translation rapide.

La perpendiculaire au plan de rotation du sustentateur tend alors en effet à s'incliner d'un angle considérable par rapport à la verticale et vers l'arrière de l'appareil et il en résulte un accroissement démesuré de la résistance à l'avancement.

Par ailleurs, la complexiité de la suspension rend bien délicat le mécanisme de commande chargé de régler périodiquement l'incidence ou de la renverser.

En définitive, avec tous les appareils qu'il m'a été donné de réaliser et d'expérimenter, il importe de faire observer que, malgré les qualités qu'on a bien voulu leur reconnaître, ils ont présenté des défauts communs, savoir : la lenteur (10 mètres par seconde au maximum), l'excès de poids mort (poids du pilote, des passagers et du combustible, de 300 kilogs au maximum pour un poids à vide de 1.100 kilogs et une puissance de 180 C.V.) et pour les deux derniers, l'avant-dernier surtout, l'extrême difficulté du pilotage.

Un seul appareil, simple entre tous, était exempt de ce dernier inconvénient. Stabilisé par un ballonnet et malgré l'absence de tout organe de contrôle, il me permit de faire, le 15 janvier 1921, les premiers vols en hélicoptère libre monté d'appréciable durée (fig. 4).

L'équilibre était absolu, dès que l'appareil arrivait à monter suffisamment pour se dégager de la zone de remous violents qu'occasionnait la réflexion sur le sol de la chasse d'air refoulé par les deux sustentateurs.

Le volume du ballonnet, cylindro-sphérique, était de 144 mètres cubes. Fixé sur une poutre qu'on assujetissait rapidement au corps de l'hélicoptère, il l'allégeait en moyenne d'une soixan-

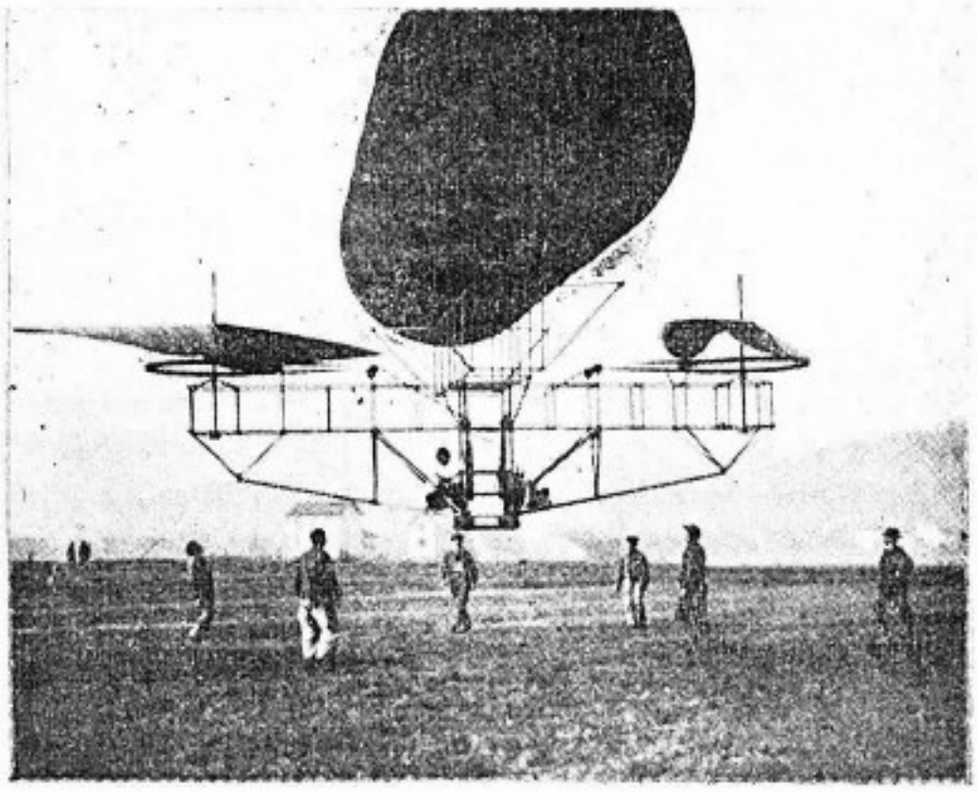


Fig. 4. — Appareil nº 1 — 1921.
Un moteur de 25 C. V. -- Deux hélices de 6m40.
Un ballonnet de 144m3 cylindrosphérique.

taine de kilogrammes. L'appareil lui-même pesait, en y comprenant mon propre poids, 350 kilogrammes.

Le diamètre des hélices était de 6 m. 40. Elles étaient commandées par courroies et le moteur, d'une puissance de 25 chevaux, était du type à deux cylindres en opposition, refroidis par une circulation d'eau.

La stabilisation statique s'était d'emblée révélée parfaitement efficace. Une distance de deux mètres soixante seulement séparait le centre de gravité général du centre de poussée aérostatique.

Energiquement freinées par la résistance transversale du ballonnet, les oscillations, quand il s'en produisait, n'existaient que dans le sens longitudinal. Elles eussent été réduites à fort peu de choses si le plan contenant les axes des sustentateurs avait été confondu avec le plan vertical contenant le grand axe du ballonnet au lieu de lui être perpendiculaire.

Des expériences sur modèles réduits le montrèrent fort clairement par la suite.

De toute façon, on était en possession d'un élément stabilisateur dont la propriété la plus précieuse était son intervention automatique immédiate en fonction de la seule inclinaison de l'appareil et indépendamment de toute glissade horizontale susceptible de faire apparaître les couples nécessaires au redressement de la machine.

Mais à cet avantage déjà précieux, venait s'en ajouter un autre d'une importance au moins égale : le ballonnet, malgré ses dimen-

sions réduites et sa faible force ascensionnelle, était capable en effet, de conférer à l'appareil un très haut degré de sécurité.

Il est possible, en effet, de construire des enveloppes allongées, présentant à la fois la plus faible résistance à l'avancement qui puisse être atteinte avec les meilleurs profils connus, et une résistance au déplacement transversal (c'est-à-dire perpendiculairement à l'axe de révolution de l'enveloppe) de valeur au moins égale à 85 ou 100 fois la précédente.

C'est ainsi qu'une carène empennée, de 6 m. de diamètre maximum, peut n'offrir à la translation dans le sens de son axe, qu'une résistance de 8 kilogrammes 5 à la vitesse de 10 mètres par seconde, alors qu'elle oppose à un déplacement uniforme de même vitesse et s'opérant perpendiculairement à ce même axe, une résistance d'environ 820 kilogrammes.

Plus simplement, la traînée longitudinale est inférieure de près de 100 fois à la traînée transversale.

Le ballonnet n'apporte à la marche horizontale qu'un surcroît de résistance absorbant 85 kilogrammes nets soit, avec les rendements normaux des propulseurs, 1,6 C.V. à 10 mètres et 12,8 C.V. à 20 mètres à la seconde.

Le châssis lui-même de l'appareil, avec ses supports d'hélices, son double train d'atterrissage et ses rambardes, en demande bien davantage, même s'il est profilé et entoilé avec le plus grand souci d'en réduire la traînée à sa plus faible valeur.

Pour un surcroît de puissance motrice de peu d'importance, on confère à l'appareil la possibilité de freiner la descente d'une surcharge de 200 kilogrammes à la vitesse de 5 m. à la seconde, vitesse compatible avec la résistance des trains d'atterrissage. En y ajoutant la charge de combustible qui peut toujours être rapidement abandonnée si le moteur vient à cesser de fonctionner, on peut, avec ce même ballonnet et une puissance de 80 C.V., envisager sans aucun danger une rupture d'équilibre au départ atteignant 500 kilogrammes, supérieure par conséquent au poids de l'appareil à vide. Il est donc possible de ne plus demander aux hélices sustentatrices d'assurer le freinage en cas d'arrêt du moteur, puisque le ballonnet s'en charge. Or, ceci laisse alors toute latitude d'employer *des sustentateurs actifs de petit diamètre,* seuls capables, par l'élévation de leur taux de charge, de permettre une translation horizontale rapide.

Ces données précieuses, apportant à la solution du problème une contribution capitale, m'engagèrent à tenter une réalisation pratique, inspirée du premier appareil, mais modifiée en vue d'une utilisation aussi prompte que possible.

Il s'agissait de rendre l'appareil maniable, de tirer tout le parti possible du système choisi, d'accroître les qualités reconnues, d'écarter ou d'atténuer les défauts possibles, en prévoyant au mieux les conditions d'emploi de la machine.

Des recherches fort longues sur les sustentateurs inclinés avaient été entreprises par mes soins et depuis plusieurs années, dans notre laboratoire de Valentigney.

Il m'avait été donné de reconnaître à ces sustentateurs des qualités précieuses et susceptibles d'utilisation pour ainsi dire immédiates.

C'est ainsi qu'il est possible, pour une hélice sustentatrice donnée, de trouver un régime de fonctionnement et une inclinaison sur la verticale qui, à une vitesse de translation donnée, permettent d'obtenir un rendement mécanique de propulsion à très peu près égal au rendement maximum que l'on obtiendrait en faisant travailler cette même hélice en traction ou en propulsion à la manière des hélices ordinaires d'avion.

On obtient de la sorte, en même temps qu'une composante horizontale de translation, une composante verticale de sustentation fort importante et sensiblement gratuite au point de vue de la puissance absorbée.

Il est possible aussi de trouver d'autres inclinaisons pour lesquelles l'effort horizontal et l'effort vertical sont à peu près invariables lorsque la vitesse horizontale varie (1).

L'appareil actuel a été essayé avec les deux systèmes. Il est présentement muni du second, qui a conduit à une inclinaison de l'axe des sustentatrices principales d'environ 13°5 sur la verticale.

On pourrait objecter qu'il eût été plus simple, plus indiqué, de faire application de ces principes à des planeurs à qui l'on eût conféré des qualités précieuses de sustentation indépendante de la vitesse horizontale.

Nous l'avons tout d'abord essayé et de nombreux modèles, d'une puissance d'un demi-cheval environ, utilisant la détente de l'anhydride carbonique liquide, ont évolué sur notre terrain (fig. 5).

De grandes difficultés se présentèrent tout aussitôt, qui avaient été, du reste, prévues et que les essais à la soufflerie, avaient même permis de chiffrer avec une certaine précision.

Elles provenaient toutes de l'induction transversale, de la déformation étendue et profonde imposée au champ aérodynamique par une chasse d'air très importante, non parallèle à la translation.

Le champ se déforme en outre en fonction de la vitesse de translation et il devient impossible d'appliquer les principes de la similitude.

(1) Les hélices inclinées de la sorte peuvent être nommées hélices insensibles. C'est du moins de cette façon que je les désigne.

Les plans sustentateurs sont difficiles à loger aux endroits qu'épargne la chasse directe ou déformée par la translation.

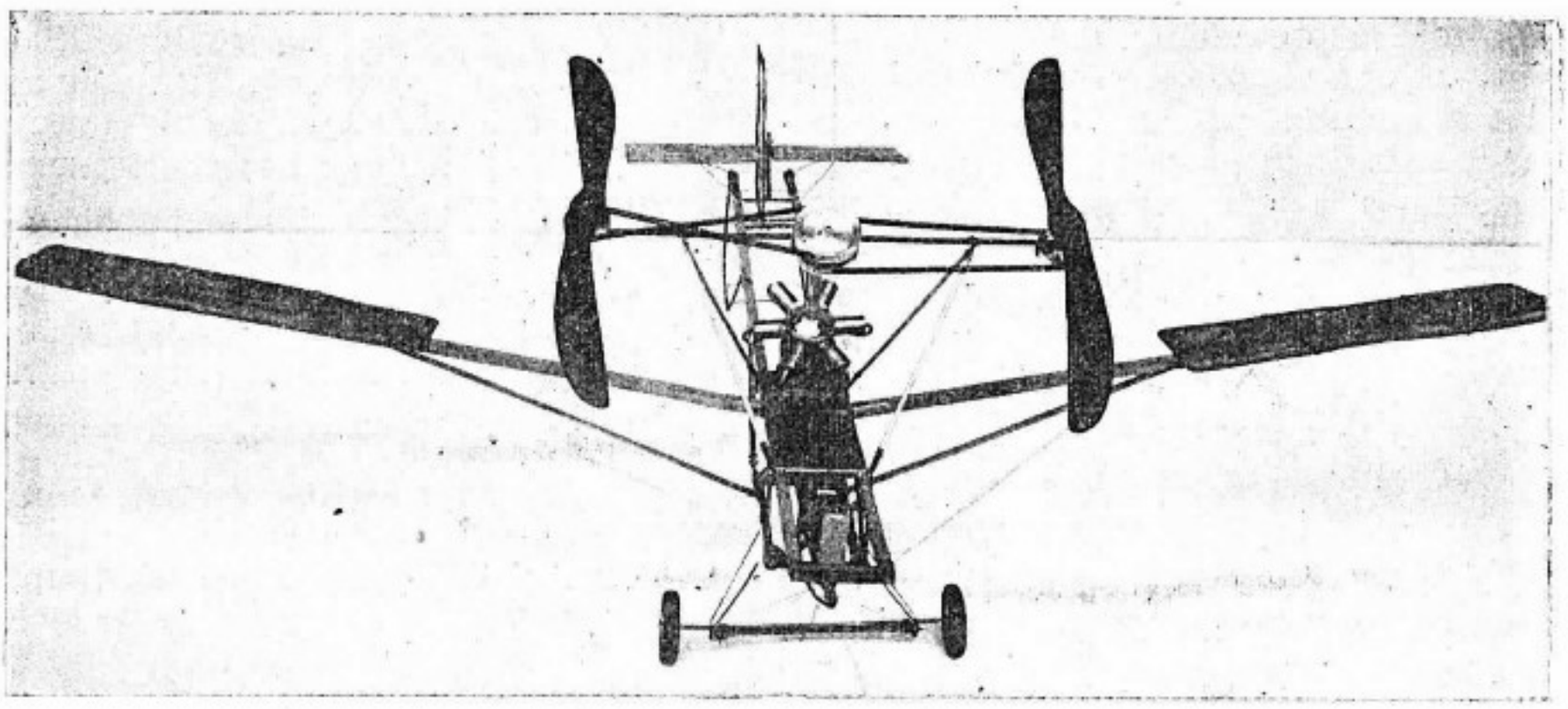
Les bilans de poids ne sont pas avantageux non plus et il y a toujours lieu de se préoccuper de la stabilité non assurée à vitesse réduite.

La solution, quoique viable, a des défauts. On s'y peut attaquer, mais elle rend beaucoup

2° Un corps principal ou châssis, muni d'un train d'atterrissage à la fois solide et souple ;

3° Un système d'hélices sustentatrices, inclinables à volonté et permettant d'obtenir, soit la sustentation seule, soit la sustentation combinée avec la translation.

Cette dernière disposition a été rejetée en raison des inconvénients qu'elle comporte. Il



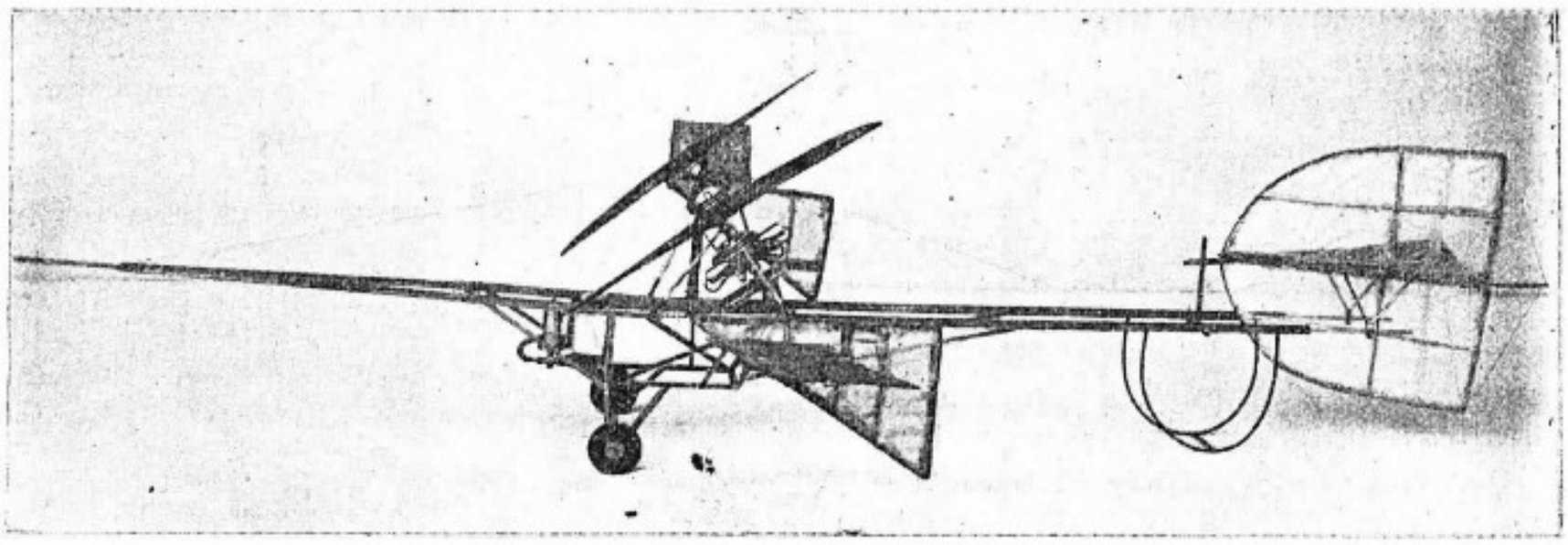


Fig. 5 et 5 *bis*.
Modèle d'un demi cheval à hélices inclinées et plans sustentateurs fixes; poids 3 k. 8.
Très grande vitesse horizontale (voisine de 15 mètres) stabilité très difficile à régler. Nombreuses chutes.
Vol maximum de 150 mètres à 10 mètres de hauteur.

moins, sans aucun doute, que celle de l'hélicostat qui a, par ailleurs, l'immense avantage de laisser entièrement libre l'évacuation des chasses des sustentateurs.

Les propulseurs inclinés furent donc appliqués au système à stabilisation statique et à chute freinée qui fut définitivement choisi en raison des avantages multiples qu'il offrait à tous points de vue.

On aurait pu, somme toute, constituer une machine comportant :

1° Un ballonnet convenablement profilé à grand écart de traînées longitudinale et transversale ;

est pratiquement presque impossible de surélever suffisamment les hélices pour les amener à la hauteur du centre de gravité général. En faisant varier l'inclinaison de leurs axes de rotation (qui ne peuvent passer par le centre de gravité que pour une seule valeur de l'inclinaison), on introduit un couple perturbateur variable, susceptible de troubler l'équilibre et qui exige à tout le moins des effets compensateurs.

Mais on doit compter aussi sur l'importance des effets gyroscopiques des hélices, qui n'en permettent pas facilement le déplacement angulaire rapide. De fortes réactions et des percus-

sions intenses se font sentir, qui fatiguent l'ensemble. La commande est malaisée, lourde, et manque de promptitude.

Il est beaucoup plus simple d'adopter, comme je l'ai fait depuis huit ans pour toutes nos commandes d'équilibre et de traction, des hélices à pas variable.

En prenant certaines précautions particulières, ces hélices sont d'exécution relativement facile et donnent d'excellents résultats.

L'hélicostat doit donc être muni d'hélices à pas variable, dont les axes convergent sur une

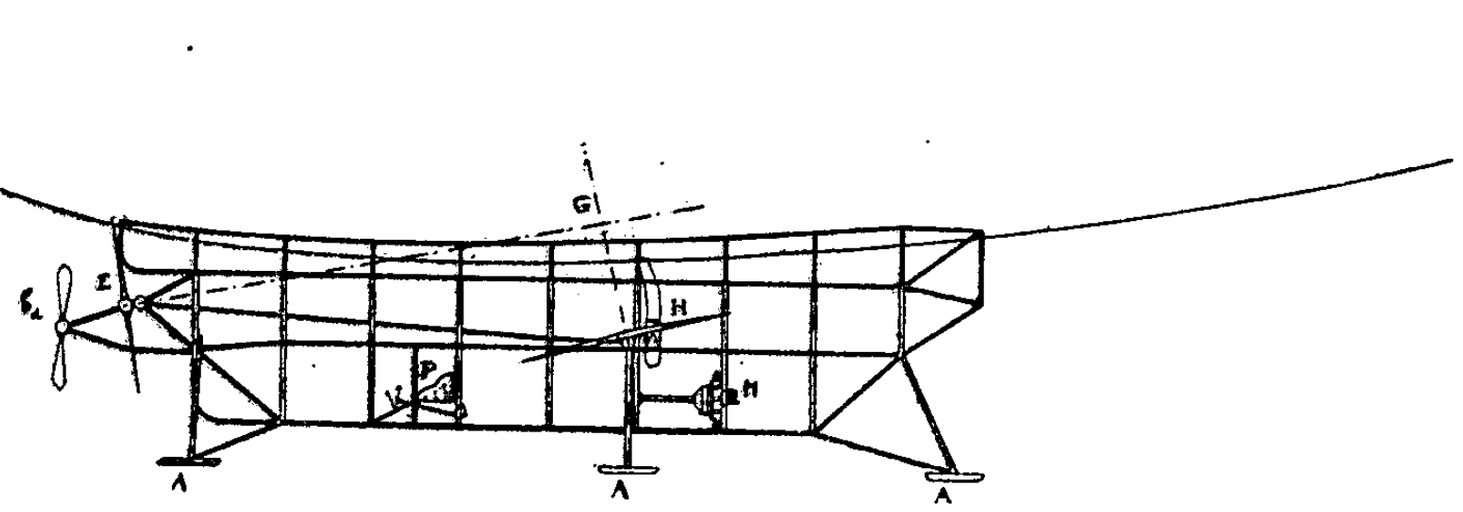


Fig. 6. — H = hélices sustentatrices principales. — E = Evolueurs, ou hélices avant à pas variable et réversible.
h_d = Hélices de direction. — M = moteur. — P = Poste de pilotage.
A. = Amortisseurs. — G = Centre de gravité.

perpendiculaire au plan vertical de symétrie, passant au voisinage immédiat du centre de gravité général de l'appareil G (fig. 6).

On conçoit, dès lors que, si on a groupé de la sorte des hélices d'inclinaisons diverses, la résultante des efforts qu'elles développent isolément passera toujours très sensiblement au centre de gravité, quelles que soient l'incidence des pales et la vitesse de chacune d'entre elles.

Toute variation d'incidence de l'une ou de plusieurs des hélices composantes aura pour effet de faire varier la résultante en direction et en grandeur, en la laissant toujours appliquée au centre de gravité général

Il est dès lors très facile de concevoir la façon dont on peut faire manœuvrer la machine.

Dans l'appareil actuel, simple prototype d'essai, d'ailleurs à puissance très réduite, les hélices se divisent en deux groupes : le groupe arrière S, ou groupe principal, et le groupe avant, ou groupe de manœuvre E (fig. 6).

Pour plus de simplicité, nous remplacerons ces désignations par les mots d'hélice arrière et d'hélice avant, tout comme s'il n'existait que deux hélices en tout au lieu de deux paires d'hélices deux à deux identiques.

L'axe de l'hélice arrière est incliné sur la verticale et vers *l'avant* d'un angle qui est actuellement de 13°5. L'axe de l'hélice avant est incliné sur la verticale et vers *l'arrière* d'un angle de 68 degrés.

L'hélice arrière est beaucoup plus puissante que l'hélice avant, mais la différence d'inclinaison fait que, toutes choses égales d'ailleurs, les composantes horizontales de traction qu'elles développent s'équilibrent normalement.

Lorsqu'il en est ainsi, la résultante est verticale et l'appareil s'élève ou descend verticalement, selon que la résultante surpasse l'excès de poids total ou lui est inférieure.

Si l'on réduit l'incidence des pales de l'hélice avant, sa composante horizontale n'équilibre plus celle de l'hélice arrière et l'appareil progresse d'autant plus rapidement que cette incidence est plus réduite.

En marche normale, l'incidence de l'hélice avant est même renversée et amenée à la valeur pour laquelle l'hélice est en position dite de

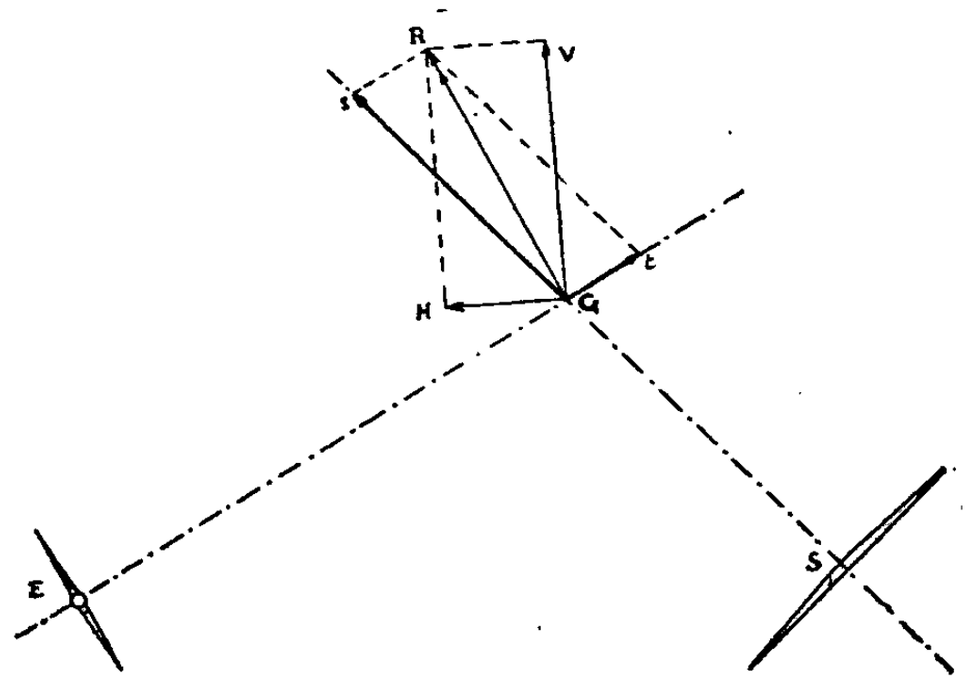


Fig. 7.
G. V. = Composante verticale de sustentation.
G. H. = Composante horizontale de traction positive ou négative.

transparence, c'est-à-dire n'apportant ni résistance ni traction supplémentaire à la marche de l'appareil.

On peut même aller plus loin et, en continuant d'accroître l'incidence renversée, lui faire

donner une traction effective s'ajoutant à la composante horizontale de l'hélice arrière.

En ramenant l'incidence à sa valeur positive normale, on annule l'effort de traction et, en continuant à l'accroître positivement, on développe un effet de freinage qui provoque un arrêt rapide et qui, persistant après l'arrêt, entraîne la marche en arrière de l'appareil.

Il est possible, d'ailleurs, de faire en sorte, par la manœuvre de deux leviers distincts, que les variations d'incidence s'accomplissent de façon à faire varier la *sustentation seule*, l'effort de traction vers l'avant ou vers l'arrière restant constant, ou *l'effort de traction seul*, la sustentation restant constante.

Cette disposition très efficace donne d'excellents résultats.

Expérimentée à part, elle va être incessamment montée sur l'appareil.

Pour l'instant, les hélices avant seules sont à pas variable et reversible, les hélices à pas variable arrière n'étant pas encore terminées.

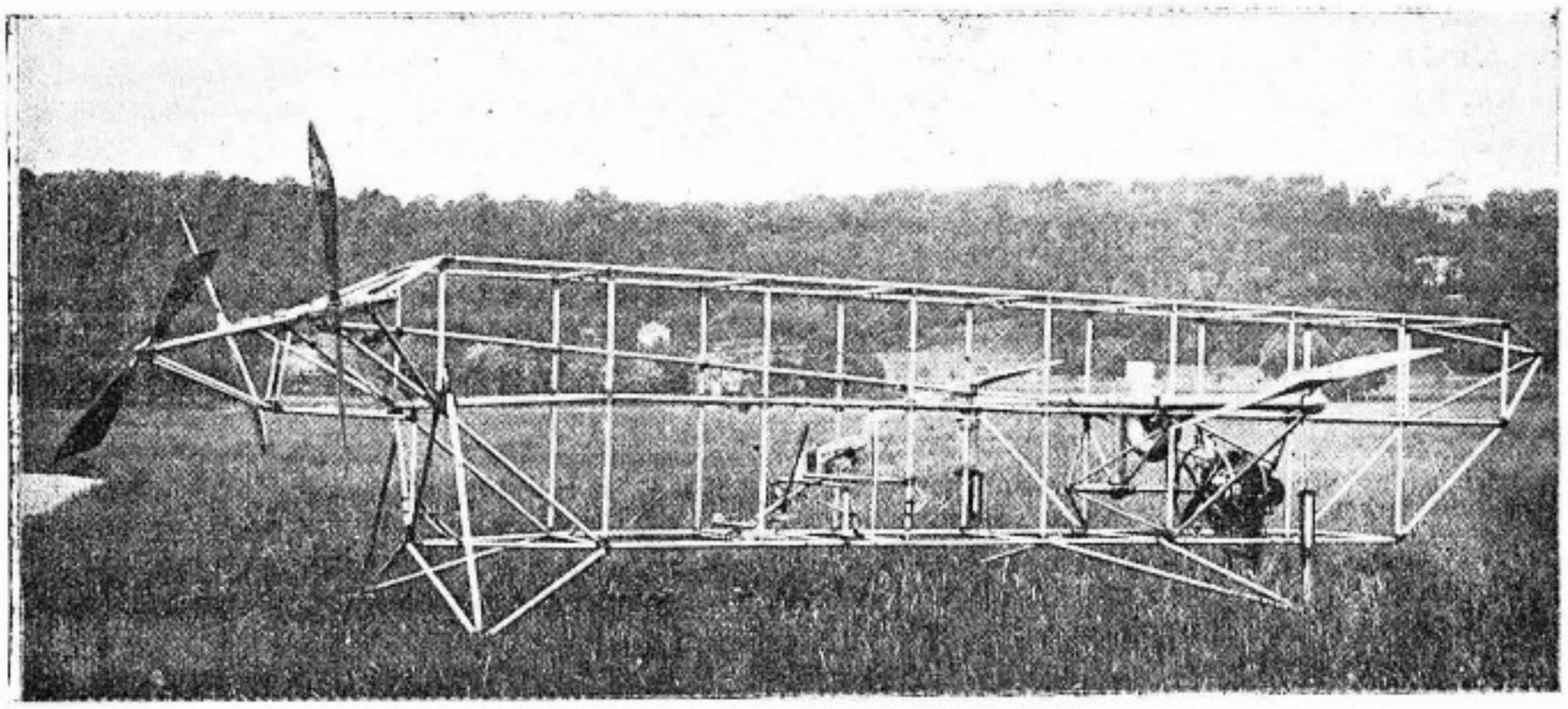


Fig. 8. — Châssis de l'Hélicostat.

Elles le seront très prochainement. Mais, dès maintenant et avec ces seules hélices à pas variable et reversible situées à l'avant, les résultats obtenus peuvent être considérés comme très importants.

Actionnés par un moteur de 40 chevaux refroidi par l'air au moyen d'une hélice spéciale, les groupes d'hélices sont commandés par des engrenages d'angle logés dans des carters à bain d'huile.

Le diamètre actuel des hélices arrière est de 2 m. 56. Celui des hélices avant à pas variable et reversible est de 2 m. 10.

L'effort sustentateur maximum à pleine puissance est d'environ 250 kilogrammes. Pratiquement, l'on ne dépasse pas une rupture d'équilibre de 200 kilogs.

Le premier ballonnet utilisé cubant 405 m. développa une force ascensionnelle utile moyenne sous le berceau, qui lui était assujetti de 260 kgs (1).

Avec cet appareil, dont la cellule pèse environ 40 kgs en ordre de marche, j'ai pu procéder aux évolutions suivantes : Départ et montée à

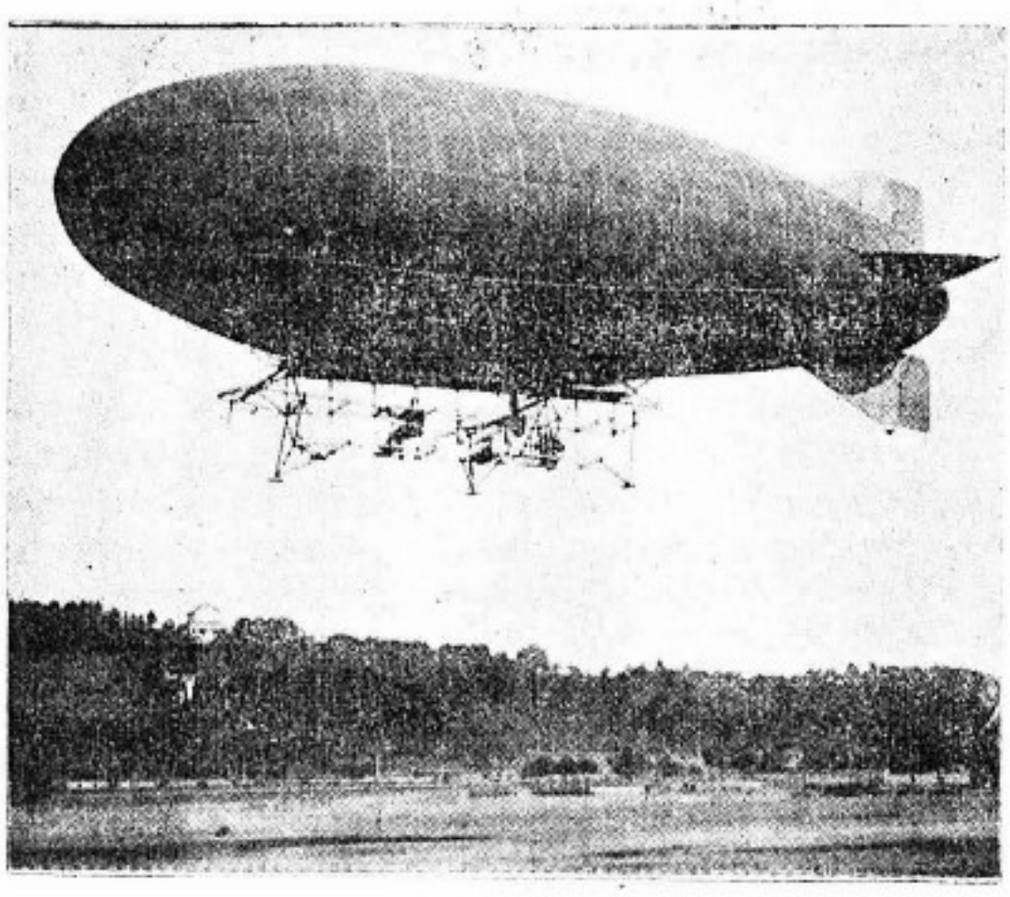


Fig. — 9. L'Hélicostat, monté par Etienne Oehmichen.

(1) On lui en substitue présentement un autre, de cube un peu plus fort, en vue du renforcement ultérieur de la puissance motrice qui sera un peu plus que doublée. La rupture d'équilibre par les hélices pourra atteindre alors 400 kilogrammes, pour 350 kilogrammes de force ascensionnelle utile statique maximum.

la verticale absolue, descente verticale moteur éteint des hauteurs suivantes : 5, 15 et 60 mètres.

L'atterrissage, un peu dur, n'occasionne aucune avarie. On observe cependant des rebondissements d'aspect peu satisfaisant quoique inoffensifs.

L'atterrissage avec reprise du moteur est d'une douceur absolue.

La vitesse de chute uniforme est, en général, atteinte avant la deuxième seconde qui suit la suppression de l'effort sustentateur (résultat prévu par le calcul avec une bonne approximation).

L'appareil a exécuté des marches arrière en atmosphère complètement calme et contre une légère brise de 2 mètres à la seconde. La plus longue de ces marches arrière a été de 200 m. Elle a été limitée par les dimensions du terrain. La vitesse de recul a atteint 6 mètres a la seconde en air parfaitement calme. Ce chiffre a été dépassé depuis.

Grâce à une hélice à pas variable et reversible d'axe horizontal et placée à l'extrême avant du châssis, il est possible d'obtenir des virages sur place. Le diamètre de cette hélice est de 1 m. 55. Elle tourne à 1.800 tours par minute au maximum et la commande de son incidence est assurée par un palonnier qui règle en même temps l'orientation du gouvernail arrière du ballonnet.

On peut obtenir au sol ou en l'air des virages à rayon de courbure presque nuls, en l'absence de toute vitesse de translation.

Le passage du stationnement à la marche avant à vitesse croissante ou à la marche arrière est assurée par la manœuvre des angles d'incidence que commande un seul levier.

Tiré contre le pilote, il fait reculer ou freine la marche ; placé verticalement, l'appareil tend vers l'immobilité ; poussé en avant, il progresse vers l'avant.

En raison de la résistance considérable du châssis pour lequel nulle précaution de pénétration n'a été prise, résistance qui dépasse trois fois celle du ballonnet, la vitesse n'a pas été, jusqu'ici, supérieure à 16 mètres à la seconde.

Il convient cependant d'observer que le maximum de vitesse dont l'appareil est capable n'a pu être atteint, en raison de l'étroitesse du terrain d'essai.

En profilant convenablement la cellule, on peut atteindre, avec cette même puissance de 40 chevaux, une vitesse de 22 mètres à la seconde.

Une puissance de 100 chevaux permettra de marcher à 30 mètres environ par seconde, avec une rupture d'équilibre de 400 kilogrammes.

Il convient de remarquer qu'il ne s'agit ici que d'un appareil d'expérience, d'une toute première réalisation, destiné surtout à montrer le bien fondé des conceptions fondamentales.

Les résultats obtenus ne constituent nullement des maxima. Il s'en faut du tout au tout.

Il est parfaitement possible, en effet, d'envisager la création d'appareils de ce genre, susceptibles de progresser très rapidement et dans d'excellentes conditions de rendement.

Une vitesse de 150 à 160 kilomètres à l'heure peut être parfaitement obtenue sans difficulté, dans d'excellentes conditions de rendement et en utilisant des ballonnets à haute pression.

On peut, du reste, faire les mêmes observations en ce qui concerne les poids enlevés, les ruptures d'équilibre à admettre.

Chaque cas particulier demande une solution spéciale, et les caractéristiques d'un appareil de tourisme, par exemple, ne seront nullement celles d'un appareil d'observation militaire ou de voyage au long cours.

Dès maintenant, le point principal est acquis, savoir : la maniabilité et la sécurité des engins de ce genre.

La tenue en l'air est satisfaisante à tous points de vue.

Restait la question de la sécurité au sol. Elle a été résolue par le procédé du harponnage.

Ce procédé consiste à projeter dans le sol, en utilisant la détente d'un gaz sous très forte pression, des harpons semblables à des baïonnettes. Ces harpons, liés à des câbles, pénètrent très profondément dans les terrains les plus durs. Les câbles qu'ils entraînent sont liés à des treuils légers portés par l'appareil et l'amarrage au sol peut avoir lieu de manière absolument instantanée.

Un seul de ces harpons tiré à l'avant suffit à maintenir l'appareil contre un vent de 20 m.

Le dispositif de projection, y compris le réservoir, ne pèse que 2 kgs 5.

Le procédé s'est révélé d'une haute efficacité.

Il n'est pas possible, faute de place, de développer ici davantage ce sujet et bien des points de la plus grande importance ont été laissés de côté pour la même raison.

Les applications de l'hélicostat ne peuvent pas faire l'objet d'un exposé qui nous conduirait trop loin. Qu'il nous suffise d'indiquer que son rayon d'action, supérieur par principe à celui des autres appareils, permet d'en envisager l'emploi pour des transports à très grande distance. Sa faculté de se poser à la verticale, lui permet d'effectuer des manœuvres impraticables par les appareils ordinaires.

Il est inutile d'insister sur le rôle qu'il peut jouer comme appareil militaire d'observation, de réglage de tir ou de reconnaissance.

Mais il nous semble qu'on peut aussi en envisager l'emploi comme appareil de tourisme aérien.

La nécessité de créer des aéro-ports un peu

spéciaux, ne semble pas une insurmontable difficulté.

La faiblesse des cubes utilisés et qui peuvent encore être plus réduits que les cubes actuels, permet d'envisager le dégonflement par transvasement dans des citernes souterraines.

L'appareil n'occuperait alors qu'une place fort réduite et l'appareillage, qui peut s'opérer en moins d'une heure en cas de dégonflement, pourrait être ordonné d'avance au centre aéronautique quand l'appareil doit sortir.

Il semble que l'on puisse voir ici les conditions dans lesquelles se trouve le possesseur d'une embarcation à voile de plaisance.

L'extrême facilité de conduite de l'appareil, la faiblesse de sa consommation, la sécurité qu'il offre à son occupant, son prix de revient fort acceptable, semblent de nature à faire admettre des disipositions un peu particulières pour son garage et son entretien.

L'ACTION CHIMIQUE DE LA LUMIÈRE [1]

par Guy **EMSCHWILLER**

Chef des Travaux pratiques de Chimie générale
au Conservatoire National des Arts et Métiers

I

LA LUMIERE, AGENT CHIMIQUE.

La lumière n'est pas seulement le principe qui nous permet de voir toutes choses ; c'est aussi un agent chimique. Le fait est connu depuis bien longtemps et les Anciens savaient blanchir la toile au soleil. C'est pour vous un phénomène familier, grâce à la photographie.

Vous avez même été parfois les victimes de ce pouvoir chimique de la lumière ; les coups de soleil sont une véritable réaction photochimique, due à l'action de la lumière solaire sur l'épiderme. La peau ne subit alors le plus souvent aucune élévation anormale de température; on peut être frappé d'insolation au printemps, alors que la température est peu élevée, et même dans les régions polaires.

La lumière agit donc indépendamment de toute élévation de température. Vous savez, du reste, que, sans changer les temps de pose, on peut prendre des photographies aux températures les plus basses. De même une solution benzénique d'iodoforme qui, dans une chambre noire, se conserve indéfiniment, se décompose immédiatement dès qu'on l'éclaire ; la solution jaune rougit et l'analyse apprend que de l'iode s'est formé aux dépens de l'iodoforme.

La lumière peut d'ailleurs fort bien provoquer des réactions que la chaleur serait incapable de produire. Voici, à cet égard, un exemple très suggestif. On utilise en peinture un pigment blanc, dit lithopone, qui est un mélange de sulfure de zinc et de sulfate de baryum. Certains lithopones jouissent de la propriété fâcheuse de noircir à la lumière ; or, non seulement la chaleur ne saurait provoquer une telle altération, mais, si l'on chauffe un lithopone noirci par la lumière, il retrouve sa blancheur initiale.

La lumière possède ainsi un mode d'action qui lui est propre, tout comme la chaleur ou comme l'électricité, et les actions chimiques de la lumière sont innombrables. Parmi les réactions photochimiques, quelques-unes ont reçu des applications pratiques ; la plus importante est la photographie. La plupart ne présentent encore qu'un intérêt scientifique ; il est cependant dans la nature une réaction photochimique fondamentale, dont notre vie dépend, la fixation de l'acide carbonique de l'atmosphère par les plantes vertes.

Notre intention est de montrer quel est ce mode d'action particulier de la lumière.

Quelle que soit l'apparente diversité des actions photochimiques, les unes rapides, les autres lentes, les unes endothermiques, les autres exothermiques, il est cependant possible d'en donner une représentation générale. Car à la base de toute action photochimique se place l'intervention de la lumière qui la déclenche, et ce déclenchement paraît procéder toujours du même mécanisme. C'est de cette phase première que nous allons d'abord essayer de donner une idée, et nous serons en même temps conduits à préciser les circonstances qui accompagnent les réactions photochimiques. Pour exposer tout cela d'une façon coordonnée, nous allons faire appel

(1) Conférence faite au Conservatoire National des Arts et Métiers, le 22 mai 1931.

à des théories, car c'est précisément une des utilités des théories scientifiques que de relier entre eux les faits connus. Encore ne présenterons-nous pas ces théories sous leur aspect abstrait, mais, pour les rendre plus aisément compréhensibles, nous les traduirons sous la forme d'images.

Radiations et grains de lumière.

Rappelons d'abord quelques propriétés fondamentales de la lumière. Vous savez que la lumière blanche, comme la lumière solaire, est composée de lumières simples, intimement juxtaposées, qu'on peut séparer au moyen de certains dispositifs, comme les prismes et les réseaux. On obtient alors un spectre lumineux aux colorations infinies. Dans la théorie ondulatoire, ces différentes couleurs ou, comme on dit, ces radiations, sont assimilées à des vibrations. De même que les notes musicales sont caractérisées par leur hauteur, c'est-à-dire par le nombre de vibrations exécutées par seconde, les radiations sont elles aussi caractérisées par le nombre de leurs vibrations par seconde, ce qu'on appelle leur fréquence. Ainsi la fréquence du rouge extrême est de 380 trillions de vibrations par seconde, celle du violet extrême de 750 trillions. Mais il existe des radiations plus graves que le rouge et des radiations plus aiguës que le violet ; elles sont invisibles, ce sont les radiations infra-rouges et les radiations ultra-violettes. Elles nous sont révélées par la plaque photographique, ou par les corps luminescents, ou par des dispositifs comme les piles thermo-électriques.

Si certains phénomènes, la diffraction, les interférences, ont conduit à assimiler la lumière à une onde, il en est d'autres, tel l'effet photo-électrique, qui ne peuvent s'interpréter qu'en attribuant à la lumière une structure granulaire. La lumière serait formée de petits corpuscules projetés dans l'espace à la vitesse de 300.000 kilomètres par seconde environ. Ces véritables projectiles ou photons transportent de l'énergie, et l'on a pu déterminer la part d'énergie que véhicule chaque photon ; c'est la valeur de cette part variable d'énergie qui permet, en théorie corpusculaire, de caractériser les différentes radiations. A la lumière rouge correspondent des photons rouges, à la lumière bleue des photons bleus, à la lumière ultra-violette des photons ultra-violets. L'énergie de ces photons, également appelée quantum, est proportionnelle à la fréquence des radiations correspondantes. Soit w l'énergie du photon, ν la fréquence de la radiation, ces deux grandeurs sont liées par la relation

$$w = h.\nu$$

h étant un nombre constant, quelle que soit la radiation, qu'on appelle la constante universelle de Planck. Sa valeur est de $6{,}54.\ 10^{-27}$ si w est exprimé en ergs.

Ainsi, la fréquence de la lumière violette étant deux fois plus grande que la fréquence de la lumière rouge, l'énergie des photons violets est deux fois plus grande que l'énergie des photons rouges.

Retenons donc que les radiations transportent de l'énergie par quantités élémentaires proportionnelles à leur fréquence.

L'absorption sélective.

L'étude de la photochimie pose un premier problème essentiel, celui des rapports entre la lumière et la matière. Nous ne pouvons concevoir de lumière sans corps matériels qui la produisent, de même que c'est une propriété fondamentale de la matière d'être accessible à nos yeux grâce à la lumière. L'apparence des corps dépend de la façon dont ils se comportent vis-à-vis de la lumière.

On sait que nombreuses sont les éventualités possibles, quand la lumière rencontre de la matière. Les radiations peuvent en effet traverser les corps ; elles peuvent être renvoyées en arrière, dans toutes les directions s'il y a diffusion, dans des directions privilégiées s'il y a réflexion. Bien d'autres phénomènes peuvent encore se produire et, en particulier, de la lumière peut disparaître véritablement ; on dit alors qu'elle est absorbée.

L'absorption de la lumière est un phénomène général. C'est à lui qu'est due la coloration des corps ; les corps ne nous paraissent colorés que s'ils absorbent des radiations de la partie visible du spectre. Mais la couleur, au sens ordinaire du mot, n'est en somme qu'un cas particulier du phénomène général de l'absorption sélective. L'absorption de radiations infra-rouges ou ultra-violettes ne provoque pas, en effet, la sensation de couleur.

Cette absorption sélective des radiations a été étudiée pour un nombre considérable de substances. Pratiquement on chiffre l'absorption au moyen de coefficients caractéristiques pour chaque radiation. L'expérience a montré qu'il n'est pas deux substances qui possèdent exactement pour toutes les radiations les mêmes coefficients d'absorption. Chaque corps est donc caractérisé par ce qu'on appelle son spectre d'absorption. Les spectres d'absorption peuvent être continus ou discontinus, continus si l'absorption varie de façon régulière au fur et à mesure que les fréquences des radiations augmentent ou diminuent, discontinus lorsque l'absorption varie brusquement pour une faible variation de fréquence.

Puisque le spectre d'absorption est une propriété spécifique des corps, on a essayé de le

relier à d'autres propriétés, en particulier aux propriétés chimiques. Ainsi, avant même toute action chimique de la lumière, la question se pose d'interpréter les propriétés des corps vis-à-vis des radiations par la connaissance de leurs propriétés chimiques, et réciproquement. Ce problème est un des plus importants que la science contemporaine s'efforce de résoudre. De nombreux résultats ont déjà été acquis, sur lesquels nous ne pouvons insister. Nous aurons du reste l'occasion de revenir par la suite sur l'intérêt considérable que présentent en chimie la connaissance et l'interprétation des spectres d'absorption.

Transformations de l'énergie lumineuse.

Que devient la lumière qui disparaît ? Que fait la matière des radiations qu'elle absorbe ?

Nous avons rappelé plus haut que la lumière transporte de l'énergie. Quand des radiations disparaissent, leur énergie doit se retrouver sous une forme ou sous une autre. Elle réapparaît en fait sous les formes les plus diverses : calorifique, mécanique, électrique, lumineuse, chimique :

— énergie calorifique, quand la substance irradiée s'échauffe, cas très fréquent pour les radiations infra-rouges ;

— énergie mécanique, dans les cas exceptionnels où la substance éclairée se déplace, comme dans les expériences qui ont permis de mesurer les pressions de radiation (c'est ainsi que la lumière solaire exerce sur la surface de la terre une force de 10 grammes-poids par hectare) ;

— énergie électrique, par exemple, dans les cellules photo-électriques qui sont à la base de la télévision et du cinéma parlant ;

— énergie lumineuse, dans les cas de luminescence : fluorescence ou phosphorescence ; les radiations réémises ont, en général, des fréquences plus faibles que les radiations excitatrices ;

— énergie chimique enfin, chaque fois que la radiation absorbée provoque une réaction chimique. Nous verrons plus loin comment, dans ce cas, l'énergie lumineuse est utilisée. Pour l'instant bornons-nous à noter qu'il est indispensable que les radiations soient absorbées pour qu'elles puissent agir chimiquement. Toute réaction photochimique est impossible dans un système qui n'absorbe rien des radiations qui viennent le frapper.

L'absorption de la lumière est donc une condition nécessaire pour qu'il puisse y avoir action chimique. Ce n'est pas une condition suffisante, puisque la lumière absorbée peut provoquer de tout autres phénomènes que des phénomènes chimiques. Que faut-il de plus pour qu'il y ait action photochimique ? Pour pouvoir répondre, nous sommes amenés à préciser les conditions des réactions chimiques.

II

LA REACTION CHIMIQUE.

Une réaction chimique consiste en la transformation de composés chimiques définis en d'autres composés chimiques définis. Ainsi, quand nous mélangeons une solution d'acide sulfurique et une solution de soude dans des proportions convenables, tout l'acide et toute la base disparaissent pour donner naissance à un composé chimique nouveau, le sulfate de sodium. C'est en procédant à des réactions chimiques que les chimistes sont parvenus à préparer la multitude des composés aujourd'hui connus.

Il n'est pas cependant que la préparation de composés nouveaux qui importe aux chimistes. L'étude du mécanisme des réactions présente aussi un intérêt essentiel. Comment les corps qui réagissent sont-ils détruits ? Comment les nouveaux corps sont-ils créés ?

La théorie actuelle des réactions chimiques est basée sur les deux faits essentiels qu'elles ne sont pas instantanées et qu'elles sont sensibles aux variations de température.

Les vitesses de réaction.

Les réactions chimiques ne sont jamais instantanées ; elles s'effectuent toujours avec une certaine vitesse. Suivant les cas, cette vitesse est plus ou moins grande, si grande parfois qu'elle nous échappe, si petite d'autres fois qu'il devient difficile de déceler la réaction chimique.

Une expérience simple permet de montrer l'existence des vitesses de réaction. Quand on mélange deux solutions aqueuses, diluées et pures, d'acide iodhydrique et d'eau oxygénée, il y a libération d'iode et production simultanée d'eau. On observe que la coloration brune due à l'iode apparaît d'abord faiblement et, peu à peu, s'accentue.

L'existence d'une vitesse des réactions chimiques s'interprète aisément au moyen de la théorie moléculaire, complétée par la théorie cinétique.

Molécules et atomes.

De même que l'énergie lumineuse paraît procéder par petites quantités élémentaires, la matière ne serait pas non plus divisible à l'infini et procéderait, elle aussi, par petites quantités élémentaires, appelées molécules. C'est à leurs molécules qu'on rapporte aujourd'hui les propriétés des corps.

Les molécules seraient elles-mêmes composées d'éléments plus simples, les atomes. Ainsi, une molécule d'hydrogène est l'association de deux atomes d'hydrogène. Une molécule d'eau est l'association de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. Une molécule d'alcool est l'association de deux atomes de carbone, de

six atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. Ces résultats sont concrétisés par les formules symboliques H^2, H^2O, C^2H^6O. Tandis qu'il peut exister un nombre illimité de molécules différentes, on ne connaît actuellement que 89 à 90 types d'atomes, si on laisse de côté les cas d'isotopie.

Dans une réaction chimique les molécules se transforment, mais les atomes demeurent inaltérés et ne font que passer d'une molécule d'un certain type à une molécule d'un autre type.

Les rencontres moléculaires.

C'est dans les rencontres entre les molécules que les chimistes localisent aujourd'hui la condition première des réactions chimiques.

Représentons-nous donc les molécules en perpétuel mouvement, la liberté de mouvement des molécules dépendant de l'état du système. Les molécules seraient plus libres de se mouvoir dans les fluides que dans les solides. Au cours de leurs mouvements désordonnés, les molécules se heurtent les unes aux autres et les rencontres sont extrêmement nombreuses. Il y aurait, en effet, dans un litre de tout corps gazeux, à la température de zéro degré et sous la pression atmosphérique normale, 27 sextillions de molécules environ, soit, dans un millionième de millimètre cube, 27 milliards de molécules. On conçoit aisément que, même si les dimensions assignées aux molécules sont très petites, le nombre de rencontres puisse être extrêmement grand dans des intervalles de temps très courts. En fait, on calcule que, dans les conditions que nous venons d'indiquer, une même molécule ferait en une seconde plusieurs milliards de rencontres.

La théorie montre que, si toute rencontre entre molécules provoquait une transformation chimique, les réactions chimiques seraient toutes si rapides qu'elles apparaîtraient instantanées. Il faut, par suite, supposer que seules certaines rencontres sont suivies de réaction, la plupart des autres étant inefficaces. L'étude de l'accélération thermique des réactions chimiques conduit à définir la condition de l'efficacité des rencontres moléculaires.

L'influence de la température.

De façon générale, les réactions chimiques sont d'autant plus rapides qu'on les effectue à température plus élevée.

Reprenant l'expérience précédente, on constate que l'iode apparaît plus rapidement quand on chauffe le mélange d'acide iodhydrique et d'eau oxygénée, et plus lentement quand on le refroidit.

Il est aisé de montrer qu'il n'y a pas de relation directe entre l'augmentation du nombre des rencontres moléculaires avec la température et l'augmentation des vitesses de réaction. Tandis que le nombre de rencontres augmente d'environ 3 o/o quand la température s'élève de 10 degrés, les vitesses de réaction augmentent de 200, 300 o/o et davantage.

La théorie cinétique permet de déterminer un facteur qui varie proportionnellement à la vitesse de réaction quand on élève la température.

Les molécules actives.

Par la théorie cinétique, on connaît ce qu'on appelle la répartition des molécules en énergie. Les molécules auraient, en effet, à toute température, les énergies les plus diverses, mais pourtant la probabilité pour que l'énergie d'une molécule soit comprise entre deux valeurs données serait, à chaque instant, déterminée et ne dépendrait que de la température. On a pu définir à chaque température l'énergie moyenne des molécules.

Le calcul montre que le facteur qui varie apparemment avec la température comme la vitesse des réactions chimiques, c'est le nombre de molécules dont l'énergie dépasse une certaine valeur W, dont la valeur varie avec les réactions chimiques, mais est toujours très supérieure à l'énergie moyenne des molécules aux températures de réaction.

Tout se passerait donc, dans une réaction chimique, comme si les molécules qui réagissent, les « molécules actives », étaient celles dont l'énergie dépasserait une certaine valeur W, dite énergie d'activation. Cette énergie d'activation se calcule à partir des constantes de vitesse à différentes températures au moyen de la relation

$$\frac{d\,\mathrm{Log}K}{dT} = \frac{W}{R\,T^2}$$

où K est la constante de vitesse, T la température absolue, R la constante des gaz parfaits rapportée à une molécule.

L'énergie d'activation est d'autant plus petite que la réaction chimique s'effectue plus aisément à basse température. Elle est d'autant plus grande qu'il est nécessaire de chauffer davantage.

Il y a, à un instant donné, d'autant plus de molécules actives, et par suite de rencontres efficaces, que l'énergie d'activation est plus petite. Toutes les molécules peuvent néanmoins finir par réagir, car, à chaque rencontre, l'énergie d'une molécule change de valeur. Par suite toutes les molécules acquièrent une fois l'énergie d'activation, au bout d'un temps qui est, en moyenne, d'autant plus grand que W est plus grand et que la température est plus petite.

La théorie ainsi présentée est sans doute un peu simpliste et trop rigide. Il nous suffit en définitive de noter que tout se passe comme si les molécules très riches en énergie faisaient la loi dans les réactions chimiques.

III

L'ACTION PRIMAIRE DE LA LUMIERE.

Nous avons rappelé que la lumière transporte, semble-t-il, de l'énergie par petites quantités élémentaires, appelées quanta en langage ondulatoire, énergies de photons en langage corpusculaire. Lorsque la matière absorbe la lumière, l'énergie des photons passe aux molécules. On admet actuellement qu'une molécule ne peut capter qu'un photon, et, ce qui est très important, qu'un photon est capté par une seule molécule. De la sorte, la molécule qui absorbe un photon acquiert une énergie très grande. L'énergie d'un photon violet est, en effet, plus de 80 fois supérieure à l'énergie moyenne des molécules d'un gaz à la température de 20 degrés. Elle est la même que l'énergie moyenne des molécules d'un gaz qui serait porté à une température de 20.000 à 25.000 degrés.

La molécule qui absorbe un photon reçoit ainsi une quantité d'énergie du même ordre de grandeur, en général plus grande que les énergies d'activation dans les réactions chimiques usuelles. La molécule est devenue véritablement une molécule active, et nous nous représentons ainsi immédiatement pourquoi un si grand nombre de réactions chimiques sont provoquées par la lumière.

L'étude de la réaction chimique permet donc la compréhension aisée des réactions photochimiques dans leur mécanisme primaire. En retour, l'étude des réactions photochimiques contribue à préciser le mécanisme des réactions chimiques usuelles.

Les réactions photochimiques permettent, en effet, de saisir en quelque sorte les molécules actives. Dans nos réactions chimiques ordinaires les molécules actives sont difficilement reconnaissables parmi les autres molécules. Dans les réactions photochimiques les molécules actives sont celles que la lumière a choisies, et l'on a essayé de présager le sort de ces molécules élues.

Dissociation et prédissociation.

Quand une molécule reçoit de la lumière un très grand apport d'énergie, deux éventualités semblent possibles.

La molécule peut se trouver détruite sur le coup. Les atomes qui la constituaient se séparent les uns des autres. Il y a alors dissociation directe de la molécule sous l'action de la lumière.

La molécule peut ne pas être directement détruite, mais seulement ébranlée ; elle n'est que préparée à la dissociation, mais la première rencontre avec une autre molécule risque de lui être fatale. Il y a alors prédissociation ou activation.

Dans le premier cas, les liens entre atomes sont rompus. Dans le deuxième cas, ils ne sont qu'affaiblis.

Dans le premier cas, la molécule est infailliblement condamnée. Dans le deuxième cas, la molécule peut en appeler de sa condamnation.

En effet, la molécule ne demeure ébranlée qu'un court instant après le choc lumineux, de l'ordre du dix-millionième ou du cent-millionième de seconde. Elle peut se désactiver, par exemple avec émission de lumière ; elle tend à retrouver sa configuration de plus grande résistance initiale. Si la molécule a eu le temps de se désactiver avant de rencontrer une autre molécule, il n'y a pas de transformation chimique.

Critériums expérimentaux.

On pourrait donc, en principe, reconnaître si les molécules sont directement dissociées par la lumière ou seulement prédissociées, selon qu'il est impossible ou possible d'éviter ou de restreindre la transformation photochimique, par la variation convenable de certains facteurs.

L'étude de l'influence des variations de pression, de concentration, de température, serait un critérium précieux, en ce qu'on agit sur la fréquence des rencontres entre molécules. Ainsi certains auteurs pensent que les molécules d'acide iodhydrique sont directement dissociées par la lumière en atomes, parce que ni les variations de température, ni les variations de pression, ni même les changements d'état, ne permettent, dans les mêmes conditions d'éclairement, de modifier l'allure des transformations.

Des théories récentes fourniraient un deuxième mode de discrimination. La façon même dont les corps absorbent la lumière permettrait de prévoir le mode d'action de la lumière. Il y aurait dissociation directe, quand le spectre d'absorption est continu, activation quand le spectre est discontinu. C'est ainsi qu'on retrouve que l'acide iodhydrique, dont le spectre d'absorption est continu, doit être directement dissocié en atomes.

Ainsi se révèlent encore l'importance des spectres d'absorption et l'étroitesse des relations qui unissent les propriétés optiques d'un corps et ses propriétés chimiques. Les progrès de la photochimie, et ceux mêmes de la chimie, sont intimement liés aux progrès des théories interprétatives des spectres.

Les radiations chimiques.

Il nous faudrait développer ces théories pour montrer pourquoi les transformations subies par les molécules sous l'action des radiations infrarouges sont le plus souvent d'un ordre différent de celui des transformations provoquées par les radiations visibles et surtout ultra-violettes.

Cela ne saurait nous surprendre, puisque les photons ultra-violets transportent beaucoup plus d'énergie que les photons infra-rouges. C'est justement parce qu'elles sont les plus capables de provoquer des transformations chimiques que les radiations ultra-violettes ont depuis longtemps été surnommées « radiations chimiques », non qu'elles aient le monopole de l'activité chimique, mais parce que les actions chimiques des radiations ultra-violettes sont les plus aisément observables.

Les états intermédiaires.

Nous venons très succinctement d'analyser les troubles que suscitent les radiations dans les molécules mêmes qui les absorbent. Ce ne sont, en vérité, que des troubles supposés, car ils ne sont pas directement saisissables. Il est pourtant d'autres phénomènes dont l'interprétation permet d'atteindre ces états intermédiaires des transformations chimiques.

Ce sont d'abord les phénomènes de fluorescence, qui ont justement permis de déterminer la vie moyenne des molécules activées.

Ce sont aussi les variations des spectres d'absorption au cours des transformations. Tout comme les molécules, les atomes, les groupements d'atomes et même les molécules activées posséderaient des spectres d'absorption caractéristiques.

Les états intermédiaires dont nous avons parlé correspondent donc à d'indiscutables réalités expérimentales. On conçoit l'intérêt puissant que la connaissance de ces états intermédiaires présente en chimie, puisque c'est d'eux que dépend l'évolution ultérieure des réactions chimiques.

IV

LES PRINCIPAUX TYPES DE REACTIONS PHOTOCHIMIQUES

On vient de voir comment la lumière peut déclencher des réactions chimiques. On conçoit que ces réactions soient multiples et diverses, comme la chimie même, puisque toutes les substances absorbent des radiations. Mais, pour être en mesure de provoquer des transformations photochimiques, il faut avant tout disposer de sources de lumière produisant des radiations absorbables par les corps qu'on étudie.

Les sources de lumière.

Le problème est simple tant qu'il s'agit de radiations visibles. Nous disposons de la lumière du soleil et de toutes les sources artificielles de lumière, qui sont bien connues.

Sans doute la lumière que nous recevons du soleil renferme un peu d'ultra-violet, mais de petite fréquence seulement. Les radiations ultra-violettes de moyenne et de grande fréquences, émises par le soleil, sont absorbées par les gaz de l'atmosphère.

On est obligé le plus souvent d'avoir recours à des sources artificielles de radiations ultra-violettes. Les progrès de la technique, mettant à la disposition des chercheurs des sources toujours plus perfectionnées, sont pour beaucoup dans le développement actuel de la photochimie.

Les sources d'ultra-violet ne sont pas, comme la plupart des sources de lumière visible, des corps portés à l'incandescence, car il faudrait atteindre des températures extrêmement élevées pour produire des radiations ultra-violettes en quantité notable. C'est aux phénomènes de décharge et d'étincelle électriques qu'on s'adresse.

On obtient des spectres d'émission continus par des décharges de haute fréquence dans des tubes remplis d'hydrogène, ou en faisant jaillir des étincelles dans de l'eau entre électrodes d'aluminium.

On obtient des spectres de lignes avec les lampes à vapeur de mercure, ou avec l'étincelle condensées jaillissant entre électrodes de zinc, nickel, cadmium, fer, etc...

Le matériel expérimental.

Dans l'utilisation des radiations ultra-violettes de grandes fréquences, on est limité, non pas par les sources, mais par le manque de transparence des milieux. Déjà, le verre est opaque à l'ultra-violet de moyenne et de grande fréquences. Il faut donc, le plus souvent, opérer dans des récipients soit en verres spéciaux ou mieux en silice fondue.

L'ultra-violet de très grande fréquence est lui-même absorbé, non seulement par la silice, mais aussi par l'air et par l'eau. Au-delà d'une certaine fréquence, il devient par suite très difficile d'effectuer des recherches.

Pratiquement, on ne dispose guère de plus d'une octave de radiations ultra-violettes, de la fréquence 750 trillions à la fréquence 1,6 quatrillion environ. Avec l'octave de radiations visibles, cela fait ainsi un domaine de deux octaves dans lequel on a exploré une multitude de réactions photochimiques.

On a jusqu'à présent assez peu étudié les réactions provoquées par les radiations infra-rouges, ce qui est un tort, car l'infra-rouge peut, lui aussi, exercer des actions chimiques. Du reste, des recherches récentes ont déjà en partie comblé cette lacune.

Les filtres.

Les sources donnent des lumières complexes. Quand on veut opérer en lumière monochro-

matique, il faut séparer les radiations émises. Cette « filtration » s'effectue en faisant passer les radiations à travers des solutions convenables, transparentes à la seule radiation qu'on désire utiliser, ou en employant des appareils spéciaux, dits monochromateurs, basés sur les phénomènes de dispersion.

*
* *

Malgré la grande diversité des réactions photochimiques, nous allons indiquer les types essentiels des transformations qui ont été observées. Dans le cas le plus simple, on n'éclaire qu'un seul corps, simple ou composé.

L'action de la lumière sur les corps simples.

Déjà sur les corps simples, les changements dûs à l'action de la lumière sont divers.

Nous laissons de côté le cas des métaux, où la lumière peut provoquer des phénomènes de photo-électricité.

Le plus souvent, chez les métalloïdes, les transformations sont fugitives et difficiles à mettre en évidence. Les molécules sont bien soit activées soit dissociées, mais il y a désactivation ou recombinaison des atomes et, pour saisir ces états intermédiaires, il faudrait introduire une substance convenable servant de réactif.

Quelquefois pourtant les changements sont manifestes. L'exemple le plus net est celui de l'oxygène que les radiations ultra-violettes transforment en ozone. Ici, exceptionnellement, ce sont en quelque sorte les molécules d'oxygène qui servent de réactif aux atomes. De cette combinaison de l'atome et de la molécule d'oxygène résulte la molécule d'ozone. Réciproquement, l'ozone est lui-même transformé en oxygène par les radiations qu'il absorbe. Aussi la transformation d'oxygène en ozone par la lumière n'est que très partielle.

On observe encore des transformations chez les solides susceptibles d'exister sous différentes formes allotropiques. Ainsi, lorsqu'on place du phosphore blanc dans le vide barométrique, il émet des vapeurs qui, sous l'action des radiations et surtout des radiations violettes, se changent rapidement en phosphore rouge. Un autre exemple très net est celui du sélénium, dont les transformations sous l'action de la lumière s'accompagnent de variations de conductibilité électrique, propriété qui a reçu maintes applications.

Décompositions photochimiques ou phololyses.

Dans le cas des corps composés, on observe presque toujours des transformations chimiques importantes.

Parmi les corps gazeux, citons les composés hydrogénés, qui sont tous décomposés : l'acide chlorhydrique en hydrogène et chlore, l'acide iodhydrique en hydrogène et iode, l'hydrogène sulfuré en hydrogène et soufre, l'ammoniaque en hydrogène et azote, etc. Il en est de même pour les composés oxygénés : les oxydes du chlore et de l'azote sont décomposés.

Parmi les corps liquides, l'eau elle-même est décomposée par les radiations qu'elle absorbe en hydrogène et eau oxygénée. L'acide nitrique, pur et blanc, jaunit sous l'influence de la lumière solaire et dégage de l'oxygène.

Parmi les sorps solides, l'exemple le plus célèbre est celui des sels d'argent ; le chlorure, le bromure et l'iodure sont décomposés en argent métallique et chlore, brome ou iode. De même, comme on l'a vu, le sulfure de zinc peut être décomposé en soufre et zinc. L'oxyde de mercure est décomposé en mercure et oxygène.

Dans le domaine de la chimie organique, les décompositions photochimiques ou photolyses sont innombrables. Les alcools sont détruits par les radiations qu'ils absorbent ; ainsi, l'alcool ordinaire dégage de l'hydrogène, de l'éthane et de l'oxyde de carbone. De même les aldéhydes, les cétones, les éthers, les acides, les amines sont détruits, etc., etc. Des gaz se dégagent, dont la nature dépend de la fonction du corps, hydrogène, oxyde de carbone, gaz carbonique, carbures d'hydrogène dans le cas des composés oxyhydrogénés, gaz azotés avec les composés de l'azote. On peut aussi observer des polymérisations, comme avec les carbures d'hydrogène non saturés ; l'anthracène se polymérise en dianthracène.

Ainsi la lumière apparaît comme un agent universel de destruction, tout comme la chaleur. Il est donc heureux que la lumière solaire se trouve filtrée par l'atmosphère de ses radiations ultra-violettes de grande fréquence, sinon presque tous les corps seraient détruits à la surface du globe et la vie serait impossible.

Intérêt de la phololyse.

Quel intérêt présente l'étude de ces décompositions photochimiques ?

La photographie mise à part, l'intérêt pratique est assez restreint. On peut citer cependant la purification photochimique de solvants organiques contenant certaines combinaisons métalliques, comme le fer carbonyle, que la lumière détruit. Signalons encore la stérilisation des eaux potables par destruction photochimique des bactéries nuisibles.

L'intérêt scientifique est double.

D'abord, comme nous l'avons montré, l'étude des réactions photochimiques aide à préciser le mécanisme des réactions chimiques ordinaires.

D'autre part, l'étude des photolyses permet d'analyser la façon dont les corps se décomposent et la connaissance de ce « démontage » peut fournir des renseignements précieux sur la structure des édifices moléculaires. Dans ce sens, l'étude des décompositions par la lumière est souvent plus précieuse que l'étude des décompositions par la chaleur. La lumière est, en effet, un agent de destruction plus souple que la chaleur ; on dispose, dans le cas des photolyses, d'un facteur nouveau.

Quand on soumet un corps à la destruction thermique, on ne peut guère éviter que les produits issus de la décomposition ne se trouvent eux-mêmes soumis à l'action des températures élevées.

Quand on soumet un corps à la destruction photochimique, les produits issus de la décomposition sont bien éclairés, mais, s'ils n'absorbent pas la lumière présente, ils ne sont soumis à aucune décomposition photochimique. Ainsi, par un choix convenable des radiations utilisées, on peut espérer isoler des produits qui auraient passé inaperçus dans les décompositions thermiques. On verra plus loin un nouvel exemple de l'importance que présente en photochimie un choix judicieux des radiations.

Nous allons montrer, sur un exemple, la nature des renseignements d'ordre qualitatif que la photolyse peut fournir sur la structure des molécules.

Les dérivés monoiodés des carbures saturés d'hydrogène sont décomposés par la lumière ultra-violette, avec libération d'iode et de carbures. La chaleur détruit aussi ces composés, mais seuls les résultats de la photolyse, constants et homogènes, sont susceptibles d'une interprétation générale. C'est ainsi qu'on révèle l'existence, dans les molécules de ces dérivés iodés, d'un atome d'hydrogène singulier, qui serait sous la dépendance à la fois d'un atome de carbone et de l'atome d'iode. Cet atome d'hydrogène et l'atome d'iode seraient liés au même atome de carbone ; dans le cas des iodures tertiaires, où il ne peut en être ainsi, la solidité des autres liaisons internes de la molécule s'en ressent.

De tels résultats doivent servir de base à toutes les théories qui tentent de fixer les positions relatives et les énergies de liaison des atomes à l'intérieur des molécules.

Synthèse photochimique.

Quand on éclaire un mélange de plusieurs corps, dont l'un au moins absorbe les radiations présentes, il peut se produire entre ces corps les réactions chimiques les plus diverses, qui ne se seraient pas produites dans l'obscurité, ou beaucoup plus lentement.

Le corps absorbant la lumière subit, nous l'avons vu, des transformations profondes. L'autre corps fonctionne en général comme un véritable révélateur de ces transformations insaisissables.

Des corps nouveaux peuvent de la sorte prendre naissance. La lumière apparaît maintenant comme un agent de synthèse. Si la lumière détruit, elle permet aussi de construire. Les armes de la science sont toujours à deux tranchants.

L'exemple suivant est à cet égard très instructif.

Les acides chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique peuvent être décomposés par la lumière en hydrogène d'une part, chlore, brome ou iode d'autre part. Réciproquement, si l'on éclaire du chlore, du brome ou de l'iode en présence d'hydrogène, on peut reconstituer les acides chlorhydrique, bromhydrique ou iodhydrique.

Dans quels cas y a-t-il décomposition ? Dans quels cas y a-t-il synthèse ?

Il y a décomposition totale chaque fois que les radiations sont absorbées par l'acide, sans l'être par les produits de décomposition. Il y a synthèse totale quand, au contraire, seuls l'hydrogène ou l'halogène absorbent les radiations présentes.

Ce sont là deux cas extrêmes. Quand les radiations sont absorbées à la fois par l'acide et par ses produits de décomposition, il y a en même temps synthèse et photolyse ; on aboutit alors à ce qu'on appelle un « état stationnaire » ; l'acide, l'hydrogène et l'halogène demeurent ensemble, en proportions constantes ; photolyse et synthèse se compensent.

Voici les résultats d'observations faites à ce sujet. La source utilisée était une lampe à vapeur de mercure. Dans le premier cas, la lumière, utilisée telle, renfermait de l'ultra-violet de grande fréquence. Dans le troisième cas, la lumière, filtrée à travers du verre ordinaire, ne renfermait que de l'ultra-violet de petite fréquence. Dans le deuxième cas, la lumière était filtrée à travers un verre spécial, le verre Uviol, laissant encore passer l'ultra-violet de moyenne fréquence. Le tableau donne, dans ces trois cas, les taux de synthèse et de décomposition.

	Premier cas Pas de filtre		Deuxième cas Verre Uviol		Troisième cas Verre ordinaire	
	Photolyse	Synthèse	Photolyse	Synthèse	Photolyse	Synthèse
	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
ClH	0,42	99,58	0	100	0	100
BrH	100	0	20	80	0	100
IH	92,4	7,6	100	0	100	0

Ces résultats s'expliquent par les différences d'attitude des divers corps vis-à-vis des radiations. On voit que, dans les mêmes conditions opératoires, il peut y avoir, suivant la nature de l'acide, synthèse totale ou destruction totale.

Nous pourrions citer maints autres exemples. Bornons-nous à indiquer qu'il n'y a pas nécessairement identité entre les produits de la pho-

tolyse et les produits qui permettent de réaliser la photosynthèse. Ainsi l'iodure d'éthyle est décomposé par la lumière en iode, éthane et éthylène, tandis qu'on en fait la synthèse en éclairant un mélange d'éthylène et d'acide iodhydrique.

On saisit, dans ces conditions, la complexité des problèmes que peut poser la synthèse photochimique. Une sélection rigoureuse des radiations s'impose. Comme, par ailleurs, l'obtention de quantités notables de produits nécessiterait des installations extrêmement coûteuses, il ne faut pas s'étonner si les procédés de synthèse par la lumière n'ont pas encore reçu beaucoup d'applications pratiques. On peut citer, entre autres, la préparation de certains dérivés chlorés de carbures, en particulier du méthane et du toluène, et aussi le vieillissement artificiel des liqueurs ou la polymérisation modérée des laques pour cuir.

Cependant la synthèse photochimique acquiert un intérêt exceptionnel quand elle est la seule à permettre la préparation des composés. C'est ainsi que la transformation photochimique de l'ergostérine en vitamine D constitue une découverte remarquable, car nous ne connaissons que l'irradiation pour la provoquer. Encore faut-il opérer avec des sources de lumière appropriées et dans des conditions d'éclairement bien déterminées, afin d'obtenir les meilleurs rendements et d'éviter la production secondaire de substances nocives. L'intérêt de la méthode est encore accru par le fait que de très petites quantités de vitamine D ont des effets curatifs considérables.

De même le développement croissant de la radiothérapie par la lumière ultra-violette, visible ou infra-rouge, paraît dû à l'action bienfaisante de substances produites en très petite quantité dans le corps sous l'action de la lumière.

Décompositions photochimiques en présence d'eau ou d'oxygène.

Malgré tout, dans la pratique, la lumière est le plus souvent pour les corps un agent dangereux, dont il y a lieu de les protéger, agent d'autant plus dangereux qu'il reçoit souvent le renfort d'alliés redoutables, comme l'oxygène et l'humidité.

Bien des corps ne subissent en présence de lumière seule que des décompositions de peu d'importance, qui sont rapidement détruits sous l'action simultanée de la lumière et d'un agent chimique. La plupart des décompositions photochimiques auxquelles nous assistons sont des réactions d'oxydation ou d'hydrolyse.

Ainsi la solution benzénique d'iodoforme ne se décompose rapidement à la lumière qu'en présence d'oxygène.

La présence d'humidité est indispensable pour que puisse noircir le lithopone. Elle serait aussi nécessaire à la décomposition par la lumière des sels d'argent.

Les agents atmosphériques et la lumière concourent à la corrosion des métaux.

Si les étoffes et les peintures changent de teinte, si les couleurs passent, la faute en est encore à la lumière et à l'oxygène.

La lumière joue donc très fréquemment un rôle dans la destruction des corps. On conçoit par suite l'intérêt primordial qu'il y a à étudier ces altérations photochimiques, ne serait-ce que pour essayer de les éviter. Il y a d'ailleurs longtemps que les pharmaciens enferment leurs produits dans des bocaux colorés, afin d'arrêter les radiations destructrices.

V

L'UTILISATION DE LA LUMIERE

Il nous reste à exposer un problème très important. Quelle relation existe entre les quantités de lumière absorbée et les quantités de substances transformées ?

Sans doute, les réactions photochimiques sont d'autant plus rapides que les quantités de lumière agissante sont plus grandes; mais ne peut-on prévoir les quantités de substance transformées par une quantité de lumière donnée ?

Le rendement quantique.

Nous avons vu qu'on se représente le processus élémentaire de l'absorption comme la captation d'un photon par une molécule, une molécule ne pouvant capter qu'un photon, un photon ne pouvant être capté que par une seule molécule. Il y aurait ainsi autant de molécules touchées par la lumière que de photons absorbés. Nous avons vu aussi que ce serait ces molécules touchées par la lumière qui provoqueraient les réactions photochimiques.

Faisant une hypothèse de plus, on a supposé que toutes les molécules touchées par la lumière et celles-là seules subissaient effectivement une transformation chimique. Il y aurait de la sorte juste autant de molécules décomposées que de photons absorbés ; cette hypothèse paraît certes bien hardie à qui connaît la complexité des réactions chimiques.

Cependant de cette hypothèse Einstein a fait une loi, la loi dite de l'équivalence photochimique. Il l'a établie sur des bases thermodynamiques, mais la démonstration implique certaines conditions qui ne sont guère réalisées dans la pratique.

Et pourtant il arrive quelquefois que l'hypothèse de l'équivalence soit effectivement vérifiée.

Sur une soixantaine de réactions que relève

un traité récent de photochimie, on en compte cinq ou six pour lesquelles il semble bien qu'il y ait, en effet, autant de molécules transformées que de photons absorbés. Le rendement quantique est alors égal à 1, le rendement quantique étant, par définition, le rapport du nombre de molécules transformées au nombre de photons absorbés.

Si elle est rarement vérifiée, il est incontestablement remarquable que l'hypothèse de l'équivalence donne le plus souvent un ordre de grandeur raisonnable des décompositions. Plus d'une fois sur deux les rendements quantiques sont compris entre 1/5 et 5. Les valeurs extrêmes observées sont 1/1.000 et 100.000.

Il y a donc dans l'hypothèse de l'équivalence une part qui correspond à une réalité profonde, mais c'est une hypothèse trop rigide et qui a le grand tort d'ignorer les contingences chimiques. Elle ne peut pas, en particulier, rendre compte du fait que les réactions photochimiques sont presque toutes sensibles aux variations de température, les quantités de lumière absorbées demeurant cependant les mêmes.

Il faut, en somme, retenir de l'hypothèse de l'équivalence qu'il paraît fécond de supposer que chaque photon provoque effectivement la dissociation ou l'activation de la molécule qui l'absorbe. Mais on ne peut pas admettre que ces molécules touchées par la lumière soient toujours toutes effectivement décomposées et les seules décomposées.

Le rendement quantique devient inférieur à 1 quand les molécules touchées par la lumière ne sont pas toutes décomposées. Le rendement quantique devient supérieur à 1 quand les molécules touchées par la lumière ne sont pas les seules décomposées. Il peut même arriver, si ces deux facteurs se superposent et se compensent, que le rendement quantique soit égal à 1, sans qu'on ait le droit de dire que l'hypothèse de l'équivalence est vérifiée.

Ainsi la lumière propose et la matière dispose. Le sort final des corps ou des mélanges qui absorbent la lumière dépend de la nature de ces corps et des réactions chimiques possibles. Les modalités des réactions chimiques se retrouvent dans les réactions photochimiques. Il faut en tenir compte si l'on veut se représenter pourquoi certaines des molécules touchées par la lumière échappent aux transformations ou au contraire en entraînent d'autres.

Facteurs qui diminuent le rendement quantique.

Nous avons déjà montré comment les molécules activées par la lumière pouvaient échapper à la destruction, si elles retrouvent leur stabilité avant de rencontrer une autre molécule. Il n'y a pas alors de réaction chimique ; l'énergie lumineuse se retrouve en général sous forme de chaleur ou sous forme de lumière.

Une autre cause, tendant à s'opposer à l'utilisation chimique de la lumière, peut être, ainsi que nous l'avons vu à propos de la synthèse photochimique, l'existence d'une réaction inverse.

Facteur qui augmente le rendement quantique.

Quel facteur est susceptible d'augmenter le rendement quantique ?

Nous savons que la lumière apporte de l'énergie aux systèmes chimiques et permet ainsi aux réactions de se déclencher.

Mais les systèmes chimiques, indépendamment de tout apport extérieur d'énergie, renferment déjà en eux des ressources d'énergie. Suivant les systèmes chimiques, ces ressources sont plus ou moins grandes ou, pour parler un langage plus savant, les potentiels chimiques des systèmes sont plus ou moins élevés.

Quand des réactions chimiques se produisent, les ressources d'énergie des systèmes changent. On distingue deux classes essentielles de réactions chimiques, les réactions endoénergétiques et les réactions exoénergétiques, suivant que ces ressources augmentent ou diminuent.

C'est ainsi que les réactions chimiques qui nous paraissent spontanées, comme l'action de l'acide sulfurique sur la soude, sont exoénergétiques. L'énergie qui disparaît du système chimique se retrouve sous une autre forme : énergie thermique, quand il y a dégagement de chaleur ; énergie mécanique, quand il y a production de travail ; énergie électrique, comme dans les piles ; énergie lumineuse même, comme dans l'oxydation du phosphore.

De même l'énergie supplémentaire acquise par les systèmes chimiques dans les réactions endoénergétiques doit leur être fournie sous une forme ou sous une autre : thermique, mécanique, électrique, lumineuse.

Mais bien des réactions exoénergétiques, sinon toutes, nécessitent aussi pour se produire un apport d'énergie. Ainsi la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène, cependant fortement exothermique, ne peut se déclencher que si l'on apporte de l'énergie, par exemple sous la forme d'une étincelle.

Les systèmes chimiques portent donc en eux des possibilités qui ne sont pas forcément des nécessités. Les transformations exigent le plus souvent un apport d'énergie. Cette énergie d'apport est analogue à ce que nous avons précédemment appelé énergie d'activation. C'est l'énergie lumineuse dans le cas des réactions photochimiques.

En retour, de l'énergie est restituée au cours des réactions, en quantité plus ou moins gran-

de. La quantité d'énergie restituée est plus grande que la quantité d'énergie apportée dans le cas des réactions exoénergétiques, plus petite dans le cas des réactions endoénergétiques.

Cette énergie de restitution peut apparaître sous toutes les formes possibles. Elle peut, en particulier, permettre à son tour le déclenchement de transformations chimiques. Ainsi, dans le cas des réactions photochimiques, des molécules peuvent recevoir de l'énergie qui n'est pas fournie directement par la lumière, et un seul photon peut, par suite, entraîner la décomposition d'un nombre indéterminé de molécules. Ce nombre peut même être si grand que la réaction devient extrêmement rapide ou même explosive, comme la réaction au soleil de l'hydrogène et du chlore humides.

Le mode d'action de la lumière apparaît donc analogue, que les réactions provoquées soient endoénergétiques ou exoénergétiques. C'est pourquoi nous n'avons pas fait la distinction plus tôt. Bien entendu, le caractère énergétique de la réaction intervient pour fixer les taux d'utilisation de la lumière.

Dans les réactions exoénergétiques la lumière ne fait en définitive qu'une avance d'énergie qui est toujours entièrement remboursée sous des formes variables, avec des intérêts parfois très grands.

Dans les réactions endoénergétiques, une partie seulement de l'avance d'énergie lumineuse est restituée. Mais ce qui est rendu peut encore éventuellement suffire à provoquer l'intervention dans la réaction de nouvelles molécules.

Ne nous étonnons donc pas, en définitive, si la loi dite de l'équivalence photochimique est assez rarement vérifiée et reconnaissons que, de toutes manières, elle s'est révélée féconde par le nombre considérable de recherches qu'elle a provoquées.

*
* *

Nous avons montré comment agit la lumière et quel est l'intérêt de la photochimie, nous bornant à l'essentiel.

Peut-être notre langage a-t-il été parfois un peu trop imagé ; c'est que, comme le rappelait M. Jean Perrin, les images sont vraiment commodes pour nous aider à nous représenter les phénomènes. Mais ce ne sont que des images, et l'on n'en saurait faire des concepts métaphysiques sans s'exposer à des boutades comme celle de Bernard Shaw : « Je ne vois pas bien pourquoi les hommes qui croient aux électrons se considèrent comme moins crédules que les hommes qui croient aux anges. »

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Les dimensions des atomes. — L'étude des cristaux, au moyen des rayons X, si brillamment développée par Sir William Bragg et par son fils W. L. Bragg, a conduit au calcul des dimensions des atomes, ainsi que Sir William Bragg lui-même est venu l'exposer, en février 1931, devant la Royal Institution (1).

Avec l'hypothèse d'atomes sphériques, rigides, impénétrables les uns aux autres, la méthode susceptible d'une précision de mesures, pouvant atteindre le 1/10.000, fournit directement la distance entre centres atomiques adjacents. Une indétermination subsiste, quant à la proportion à accorder à chacun des rayons : on la lève par l'observation comparée des diverses combinaisons des atomes intéressés.

A ce moment, cependant, surgit une difficulté nouvelle, car le rayon de l'atome est susceptible d'emprunter plus d'une valeur. Par exemple, l'atome d'aluminium occupe dans l'oxyde un espace plus restreint que dans le métal, la présence des atomes d'oxygène associés lui interdisant alors de conserver intégralement le nombre de ses électrons. Dans les combinaisons, en effet, les atomes sont présumés s'unir par échange ou par mise en commun d'électrons, en sorte que l'observation s'adresse à des ions atomiques, plutôt qu'aux atomes proprement dits.

En fixant la grandeur du rayon d'un ion atomique donné, on déduit par différence celle de tous les autres rayons ioniques. L'oxygène a été adopté comme étalon.

On déduit le rayon ionique de l'oxygène lui-même des mesures relatives aux cristaux de glace. Conformément à la théorie électronique, la molécule de glace est telle que l'atome d'oxygène y dépouille de son unique électron chacun des deux atomes d'hydrogène. Les deux hydrogènes réduits à leurs noyaux, deviennent alors assez petits pour être négligeables, en sorte que l'oxygène représente pratiquement la totalité du volume. Les mesures fournissent une distance de $2{,}76.10^{-8}$ cm entre centres adjacents, on conclut à la moitié, soit $1{,}38.10^{-8}$ cm pour le rayon de l'ion oxygène.

Lorsqu'on passe au lithium, la considération de l'oxyde et du fluorure fournissant une valeur du même ordre comme distance de centres atomiques adjacents, on est conduit à attribuer au fluor un rayon ionique voisin de celui de l'oxygène.

De proche, en proche, on a obtenu les rayons des ions atomiques d'un certain nombre d'éléments. Les principaux résultats ont été groupés par Goldschmidt dans le tableau suivant :

(1) Engeneering, 13 mars 1930.

Tableau (1.Å = 1.10^{-8}cm).

Charge de l'ion	Elément	Rayon	Elément	Rayon	Elément	Rayon	Elément	Rayon	Elément	Rayon
— 3	»	»	N	»	»	»	»	»	»	»
— 2	»	»	O	1.32 Å	S	1.74 A	Se	1.91 A	Te	2.11
— 1	»	»	F	1.33	Cl	1 81	Br	1.96	I	2.20
0	He	»	Ne	»	A	»	Kr	»	Xe	»
1	Li	0.78 Å	Na	0.98	K	1.33	Rb	1.49	Cs	1.65
2	Bc	0.34	Mg	0.78	Ca	1.06	Sr	1.27	Ba	1.43
3	B	»	Al	0.57	Sc	0.83	Yt	1.0	La	1.22
4	e	»	Si	0.34	Ti	0.64	Zr	0.87	Co	1.02

Le long de chaque ligne du tableau, il y a augmentation du rayon de l'ion, nullement, d'ailleurs, en proportion du poids atomique. Du haut en bas de chaque colonne, le rayon ionique diminue.

Dans l'oxyde de glucinium, l'ion Be n'a que 0,34.20^{-8} cm de rayon, et l'oxygène intervient pratiquement seul pour le volume.

Sir William Bragg indique la connexion étroite qu'il y a lieu de soupçonner entre les charges atomiques en jeu et les propriétés des corps. Il prend l'exemple des composés SiO^4Zn^2 et BeF^4Li^2 dont les cristaux sont analogues à beaucoup d'égards, les forces de liaison moléculaires étant d'autre part beaucoup plus importantes dans le premier composé que dans le second. Or, tandis que le silicate de zinc, de dureté 5,3 sur l'échelle de Mohs, d'indice de réfraction 1,73. fond au-dessus de 1.500°, le composé de lithium, de dureté 3,8, d'indice de réfraction 1,63, fond déjà vers 470°.

S. V.

Hygiène

L'obscurcissement des villes par les fumées. — Dans les grandes villes des Etats-Unis, l'activité de la vie s'intensifie à tel point que la fumée provenant, tant des habitations privées que des installations industrielles, des machines à vapeur, et, le cas échéant, des paquebots, menace de devenir un élément de gêne. En particulier, elle occasionne une perte de lumière très notable, dont la répercussion possible sur l'hygiène publique a ému les services compétents (1).

Des études comparées de l'obscurcissement ont été entreprises dans des circonstances variées, les mesures se faisant au moyen de cellules photoélectriques et de potentiomètres enregistreurs. On a examiné l'influence de l'état du ciel, de l'altitude, de la saison, de l'heure, et encore d'autres facteurs : vitesse et direction du vent, humidité, etc...

A New-York, en certains cas, la perte de lumière a dépassé 50 o/o, se montrant beaucoup plus accentuée pour les jours nuageux que pour les jours clairs.

L'effet de la hauteur du soleil a été déterminé en variant l'heure de la mesure : l'obscurcissement est surtout important au début de la matinée; il atteint un minimum aux environs de midi pour se relever ensuite.

Du point de vue saison, l'obscurcissement a été trouvé maximum en novembre et minimum en mai.

Cet obscurcissement, d'autre part, croît avec l'humidité atmosphérique et décroît avec la vitesse du vent.

S. V.

(1) *Journal of the Franklin Institute*, mai 1931.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

La corrosion des coques de pétroliers. — L'intensification récente des transports par mer des combustibles liquides et l'accroissement considérable du nombre des bâtiments-citernes destinés à cet usage, ont eu pour conséquence d'attirer l'attention sur un certain nombre de particularités caractéristiques de l'exploitation de ces navires. Tels sont notamment les phénomènes de corrosion, cause de l'usure particulièrement rapide des coques de pétroliers. L'étude de ces phénomènes, qui demande à être entreprise d'une façon complète, avec toutes les garanties de la méthode scientifique et dont l'intérêt pratique est trop évident, est susceptible de fournir des bases d'observation et, au besoin, des possibilités d'expérimentation en grand, qui seraient d'une importance capitale pour la connaissance théorique d'une question qui a fait déjà, dans son ensemble, l'objet de travaux de grande valeur.

Ce qui importerait le plus, tout d'abord, serait de procéder à une examen critique minutieux des données de fait fournies par l'usage, afin d'éliminer les résultats d'observations inexactes ou insuffisantes et de parer au danger des généralisations hâtives, auxquelles ont nécessairement tendance à s'abandonner les praticiens, professionnellement avides de résultats immédiats. En premier lieu, il est de fait que la corrosion est particulièrement active lorsque la cargaison est constituée par des huiles légères, telles que la benzine et surtout l'essence. La vie moyenne d'un pétrolier affecté à ce genre de transport ne dépasse guère une quinzaine d'années. Les techniciens citent le cas d'un certain nombre de ces navires dont la refonte, effectuée après douze ans de service, a entraîné des frais atteignant 60 o/o du prix d'achat initial.

Dans une étude présentée récemment à une institution américaine d'ingénieurs navals, M. Foster King donne l'exemple d'un pétrolier de 7.500 tonnes, employé pendant un durée de quatre ans seulement à transporter exclusivement de l'essence. En vue de parer à la corrosion, à chaque voyage il était procédé, avant l'embarquement, à un séchage des compartiments avec des chiffons de laine; en outre, au lieu de passer les compartiments à la vapeur, ainsi qu'il est d'usage courant, on avait utilisé des aspirateurs spéciaux pour les gaz. Or, lors de la visite générale, bien qu'aucune corrosion apparente n'eût été constatée dans les soutes, 70 tonnes de rouille furent ramassées dans les fonds et l'analyse de ce résidu montra qu'il contenait 58 o/o de métal provenant des tôles de la coque.

Un autre bâtiment, examiné après huit années de service, au cours desquelles le transport des huiles légères avait représenté 74 o/o du nombre total des voyages accomplis, présenta les signes de corrosions profondes dans la région des fonds; l'épaisseur des tôles de porques à la partie centrale était réduite d'environ 40 o/o. La corrosion des tôles du bordé atteignait environ 3 à 4 m/m; les tôles de fond présentaient des chancres accentués.

dont l'un faisait un creux de 11 m/m sur une épaisseur totale des tôles de 15 m/m,2.

Sur un pétrolier visité après treize ans de service, dont les cinq derniers consacrés au transport de l'essence, l'épaisseur du bordé fut trouvée réduite dans certaines parties, de 15 m/m,2 à 5. Les tôles des cloisons, primitivement de 9 m/m,5, étaient réduites à 4,5 aux endroits où les deux faces se trouvent en contact avec le liquide. La corrosion se manifestait en outre, par le creusement d'une sorte d'anneau sous les têtes des rivets.

Ces différents phénomènes sont beaucoup moins accentués sur les navires qui ne transportent que des huiles lourdes, pétroles, huiles pour Diesel, mélasses ou huiles végétales, à moins toutefois qu'il ne s'agisse de produits contenant du soufre ou des acides. On constate, pour des pétroliers affectés au transport des huiles lourdes, des usures sensiblement équivalentes à celles des cargos ordinaires. Toutefois, la coque et le double-fond n'en sont pas moins sujets à des piqûres ou chancres, qui demandent une surveillance spéciale. En outre, il arrive assez fréquemment, sur tous ces navires, que des rivets fuient, bien que ces rivets apparaissnt par ailleurs en bonne condition. Ceci tient au fait que la rouille qui se produit à la surface de l'acier, laquelle est au demeurant un excellent moyen d'assurer l'étanchéité des coques, se trouve dissoute par l'huile.

Lorsqu'on recherche à préciser les conditions de fait qui peuvent être favorables ou défavorables à la corrosion, on se trouve malheureusement en présence de contradictions, qui engendrent des opinions opposées et pareillement discutables. Ainsi, par exemple, en ce qui concerne la présence alternée de l'huile combustible et de l'eau de mer dans certains compartiments. Cette circonstance est très généralement reconnue comme favorable à la corrosion et des précautions spéciales sont d'ailleurs prises pour y obvier. On n'en a pas moins constaté parfois que les tôles les plus attaquées appartenaient à des compartiments n'ayant jamais été utilisés pour le ballast. D'autre part, les chalands du Rhin qui transportent alternativement de l'essence et de l'eau douce, sont sujets à des phénomènes de corrosion aussi caractérisés que les navires à ballast d'eau de mer. Le lavage des parois à l'eau douce n'en est pas moins considéré par beaucoup comme une précaution efficace.

M. Foster King, dans son étude précitée (dont une traduction abrégée a paru dans le *Bulletin technique du Bureau Veritas* de mai 1931), suggère quelques réfexions pouvant orienter une recherche méthodique sur les divers aspects du problème. La solution de celui-ci lui parait d'ailleurs relever de la chimie plutôt que de la métallurgie proprement dite; elle réclame en tout cas, la mise en commun d'une vaste expérience, par le concours de tous les spécialistes intéressés.

Du point de vue chimique, il existe des enduits capables de résister à la fois à l'essence et à l'eau de mer, mais il n'en est pas qui supportent en outre, impunément le nettoyage à la vapeur.

De nombreux exemples tendraient à attribuer aux aciers Siemens Martin du type courant d'avant-guerre, une résistance à la corrosion supérieure à celle des aciers basiques utilisés aujourd'hui. Certaines informations font état d'expériences effectuées en Amérique et en Allemagne, sur des aciers contenant une petite quantité de cuivre; on parle également de l'emploi d'un acier doux à faible teneur en carbone, mais dont la résistance mécanique est assez faible.

L'acier au cuivre pourrait être essayé pour les rivets, dont on accepte peut-être trop aisément le remplacement partiel, chaque fois qu'un pétrolier passe au bassin.

En tout cas, la rapidité de la corrosion est nécessairement fonction de l'homogénéité et de l'uniformité de structure du métal; en particulier, les parties qui ont subi un traitement thermique plus poussé, sont plus sujettes à l'attaque : ainsi les bords tombés des tôles, la base du boudin dans les cornières de ce type.

Il y aurait également lieu d'étudier l'utilisation de la soudure électrique, en vue de supprimer le matage. C'est, on le voit, un problème des plus complexes, qui se pose à la technique navale.

LOUIS BASSO.

Moteurs

Nouveau carburateur réalisant les dosages théoriques. — Les carburateurs à orifice d'admission d'air constant, actuellement employés, doivent sous des dépressions très différentes, si élevées à pleine charge qu'elles donnent lieu à une perte de remplissage de 10 à 15 o/o et si faibles aux charges réduites que la pulvérisation indispensable à la vaporisation rapide est insuffisante. Si l'on fait agir successivement, quand la dépression croît, 2 ou 3 gicleurs, le débit total augmente d'une façon discontinue, d'où des *trous de carburation* et des *points de passage délicats*. On peut

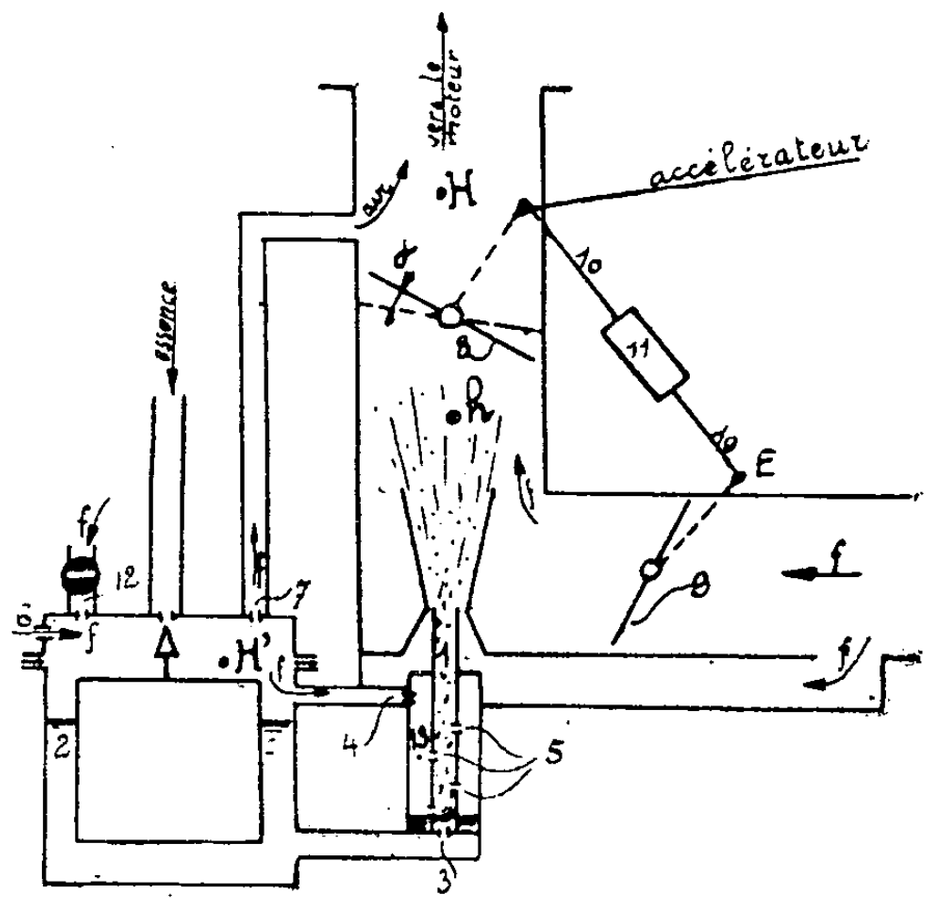


Fig. 1. — Nouveau carburateur.

dire que, si le dosage idéal est à peu près réalisé en charge et au ralenti à vide, le moteur est souvent alimenté de façon très défectueuse aux régimes intermédiaires. Ces défauts joints à la différence d'inertie du carburant et de l'air entraînent de graves difficultés dans la réalisation des reprises correctes.

Dans tous les carburateurs ordinaires, le dosage, indépendant de l'ouverture du papillon des gaz, est sous la seule influence de la dépression qui règne en amont de celui-ci. Le dosage est le même, qu'il s'agisse de la pleine ouverture ou des ouvertures réduites, alors que l'idéal serait d'alimenter le moteur en pleine charge avec un mélange riche, donnant le maximum de puissance et aux charges réduites avec un mélange pauvre, donnant le rendement maximum.

Enfin, les dispositifs habituels ne permettent pas la

correction automatique nécessitée par les variations de température et de pression et le papillon de départ employé pour enrichir le mélange à froid agit de façon tellement brutale et désordonnée qu'il cause souvent le noyage des cylindres et rend le départ difficile.

Le nouveau carburateur représenté par le schéma (fig. 1) ci-dessous élimine théoriquement et pratiquement ces inconvénients.

L'air y circule suivant des flèches f. Dans l'ajutage 1 arrive une émulsion d'essence venant de la cuve à niveau constant 2 par l'orifice calibré 3 et d'air venant de l'atmosphère de cette même cuve par les orifices calibrés 4 et 5. Les deux orifices 6 et 7 ont pour but de maintenir cette atmosphère à une dépression H' Le papillon des gaz 8 est accouplé avec le papillon d'air 9 par une bielle 10 sur laquelle peut être intercalé un organe 11 de longueur variable sous l'action de la température, ou de la pression ambiantes ou de l'une et l'autre.

Les dépressions H et h règnent en aval et en amont du papillon 8. Un orifice 12, fermé en marche normale, est ouvert pour faciliter le départ à froid.

Le débit d'air est proportionnel, d'une part à la section d'entrée d'air au carburateur qui dépend de l'angle α et, d'autre part, à peu près à la racine carrée de la dépression h (celle-ci variant au maximum de 15 à 60 cm d'eau).

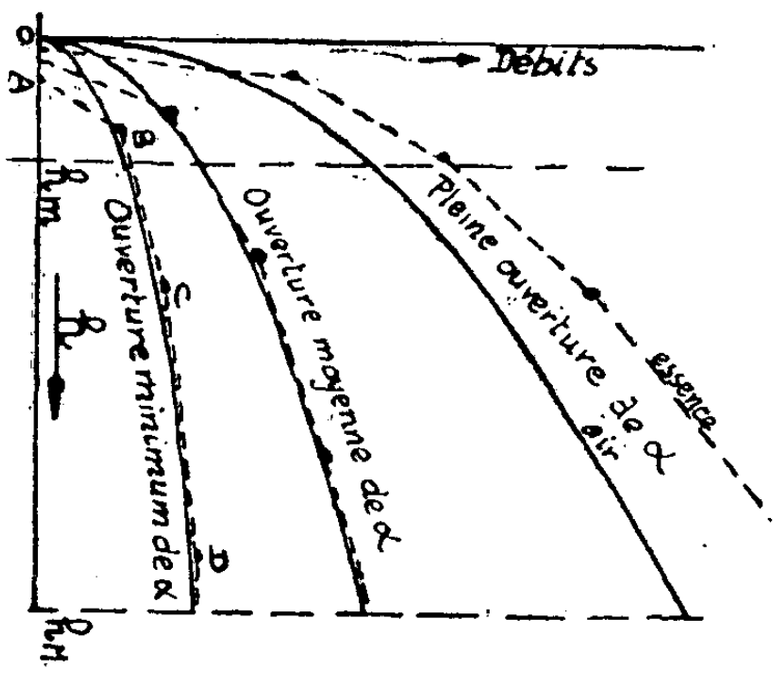


Fig. 2.

Il est représenté dans le graphique (fig. 2) par le réseau de courbes à allure parabolique en traits pleins.

Le débit de carburant, soumis à l'action différentielle des dépressions h et H' ou h et H, c'est-à-dire à l'influence de h et α, est représenté par les courbes en pointillé telles que A B C D qui sont assimilables, entre les limites utiles de h, à des portions de paraboles comme il serait facile de le démontrer et comme le montrent les courbes établies expérimentalement.

Le choix de la loi de variation de la section d'air en fonction de α permet, soit d'assurer la proportionalité des débits d'air et d'essence quand l'ouverture α varie, soit comme le montrent encore les graphiques, de faire en sorte que le rapport air/essence corresponde au mélange riche, dont on a parlé plus haut, pour l'ouverture totale de α et au mélange pauvre pour les ouvertures réduites. (Voir fig. 2 et 3).

Outre l'énorme avantage de *régler le dosage d'après la charge* du moteur, le fait d'avoir une section d'admission d'air variable permet (tout en réduisant la perte de remplissage en charge de 13 ou 15 o/o à 4 ou 5 o/o de conserver aux faibles charges, une dépression et par conséquent une *pulvérisation* excellente donc une meilleure utiisation du carburant.

A l'aide d'un seul gicleur on a une courbe de débit unique au lieu de 2 ou 3 qui se raccordent imparfaitement. On évite donc les discontinuités qui introduisent dans les accélératoins les *trous* et les *points de passage*.

La précision avec laquelle les débits réels sont conformes aux débits calculés peut-être aussi grande que l'on veut, alors que le gicleur de ralenti utilisé suivant les errements habituels doit nécessairement réaliser un compromis qui s'écarte de certains débits de 20 à 30 o/o. Aux charges réduites, l'essence contenue dans la capicité 13, constitue une réserve qui sera libérée au fin et à mesure de l'augmentation de h ou de la diminution de H sous l'action de l'accélérateur. Le nombre, le niveau et la dimension des trous 5 ainsi que la forme de la capacité 13,

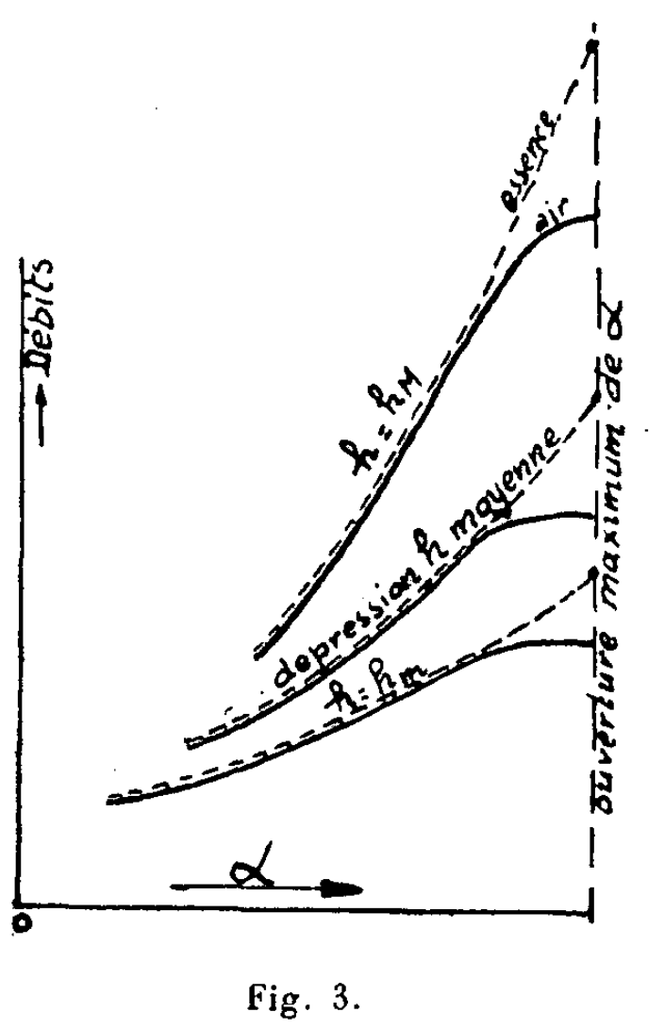


Fig. 3.

sont détrminés de façon à libérer, à chaque instant de la reprise, la quantité d'essence exactement nécessaire pour compenser la différence d'inertie de l'essence et de l'air.

Lorsque l'on ouvre l'orifice 12, la dépression H' devient une fraction de sa valeur normale. Le mélange s'enrichit en marche à vide sans que ses proportions en soient altérées sensiblement en charge. On utilise pour le départ, un dosage plus riche mais aussi précis qu'en marche normale sans craindre le noyage du moteur.

Si l'on fait en sorte que la section s d'entrée d'air au carburateur soit une fonction exporentielle du déplacement de l'extrémité E de la bielle 10 la valeur ds/s c'est-à-dire la correction en pourcentage, sera constante. Or, la loi sinusoïdale d'ouverture de papillon est assimilable pour la faible ouverture angulaire utiisée à une exporentielle.

Toutes ces conceptions ont été vérifiées expérimentalement et les dosages recherchés ont été obtenus à moins de 2 o/o près.

La thorie et la pratique s'accordent ainsi pour la démonstration de l'excellence du nouveau système inventé par M. H. Quillery.

EDMOND MARCOTTE.

Industrie

Production de Brome en France. — D'après une très intéressante étude de MM. Walter et Horst, publiée par le *Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse* en *Janvier* 1931, le brome qui fut découvert en 1826, par Balard, à Montpellier et extrait pour la première fois des sels de potasse de Stassfurt par Frank en 1865, a été aussi trouvé dans les minéraux potassiques d'Alsace, par MM. Cornec et Groh en 1921.

Le minerai de potasse renferme dans ses couches riches en potasse une dose de brome qui est d'environ 0,2 à 0,3 o/o.

L'extraction a été organisée depuis 1926 et, à l'heure actuelle, les mines de potasse d'Alsace produisent environ 500 tonnes de brome. La production a d'ailleurs suivi la progression suivante :

1926	24	tonnes
1927	80	—
1928	182	—
1929	285	—
1930	458	—

Il existe actuellement trois usines d'extraction du brome des eaux-mères de la purification du chlorure de potassium en Alsace, dont deux aux Mines Domaniales de Potasse et une aux Mines de Kali Sainte-Thérèse. Deux autres usines sont en montage aux mines domaniales. Il existe en France un autre centre de production de brome, ce sont les usines d'Alais-Froges-Camargue. Elles produisent assez régulièrement 110 tonnes par an.

On peut situer la production française dans le monde en la rapprochant de celle des autres pays producteurs qui est approximativement, d'après, les données fragmentaires dont on dispose :

Allemagne (1930)	2.000	tonnes
Etats-Unis (1926)	565	—
Italie (1930)	30	—
Russie (1927)	100	—

L'extraction du brome des eaux-mères est faite par déplacement au moyen du chlore. L'opération a lieu dans un tour de Kubierschky. Les eaux-mères arrivent à la partie supérieure de la tour, réchauffées au préalable à 72°; un courant de chlore et une arrivée de vapeur ont pour résultat d'élever la température à 106° et de faire dégager le brome. Il sort vers la partie supérieure de la tour un mélange de vapeur d'eau et de brome. Ce mélange passe dans un serpentin réfrigérant, qui condense l'eau et le brome. L'eau de brome surnageante est renvoyée avec les eaux-mères au sommet de la colonne.

Le brome obtenu ainsi contient encore du chlore; on le raffine dans une petite colonne remplie de nids d'abeilles où il est réchauffé un peu au-dessous de 58°8 qui est sa température d'ébullition. Le chlore se dégage, et l'on obtient ainsi du brome techniquement pur.

Les tours sont construites en pierres de Volvic. Les plaques de remplissage, les clapets sont en grès. Les tuyaux pour les vapeurs de brome, sont en quartz.

Des précautions spéciales sont prises pour éviter le danger qui pourrait résulter d'un dégagement de brome ou de chlore dans l'usine, par suite de la rupture d'une conduite ou d'un récipient. Le chlore est amené dans des récipients métalliques, entreposés sous hangar ouvert, sur toute la longueur desquels est diposée une fosse profonde remplie de scories, qui absorberaient le chlore liquide en cas de fuite importante. Dans l'usine, de grands récipients de solution d'hyposulfite de soude sont reliés par des conduites aux endroits dangereux. Enfin, les personnes, ouvriers ou visiteurs, qui pénètrent dans l'usine doivent toujours être munies du masque à gaz. Il n'y a d'ailleurs pas, d'accidents à déplorer.

L. R.

Génie rural

La situation actuelle de l'Agriculture. — Au point de vue technique, cette situation est très prospère, aussi les préoccupations qu'elle peut donner à l'agronome sont d'un ordre tout différent de la science appliquée. Il est vrai en effet, que nous connaissons les variétés de plantes les mieux adaptées à notre climat, à notre sol, et nous savons quelles quantités d'engrais azotés, phosphatés, potassiques, nous devons enfouir dans notre champ pour accroître beaucoup la récolte, il est vrai que nous savons construire des machines rapides et puissantes pour labourer, semer, récolter, traiter la récolte afin d'en extraire le produit utile. Mais il ne suffit pas de savoir, il faut pouvoir réaliser : si nous nous bornons au rôle de technicien, notre tâche, est incomplète, la technique est dominée par l'économique. L'Agriculture est une industrie, complexe, compliquée, et de plus un commerce.

Autrefois, peut-être, l'agriculteur se bornait à être un bon ouvrier agricole, cultivant le mieux possible; sa récolte se vendait dans le voisinage à un prix normal, au « juste prix » aurait-on dit à l'époque des physiocrates. Juste prix au diapason des conditions économiques étroitement locales où une corrélation lentement établie entre les diverses catégories de producteurs et de consommateurs avait déterminé la proportion de chacun d'eux dans chaque compartiment de la production ou de la consommation.

Aujourd'hui des variations brusques se produisent dans ces proportions respectives entre producteurs et consommateurs, et ce qui est plus grave, la concurrence des uns et des autres s'exerce à distance, aux distances les plus grandes qui puissent séparer deux points sur la Terre.

Où est-il notre agriculteur qui pouvait mener une vie paisible, héritage de longs siècles, qu'il pouvait croire assurée pour sa famille pendant un temps aussi prolongé? Il avait contracté l'habitude atavique de bâtir solides et durables toutes les parties de l'édifice agricole et familial. S'il continue, il se ruine en peu d'années en quelques mois même dans certains cas : il ne comprend plus.

Ce n'est pas être pessimiste que regarder les dangers en face, les mesurer, les décrire. C'est faire au contraire œuvre prévoyante et très utile. C'est justement ce que vient de faire un excellent agronome, praticien de l'agriculture, tout aussi bon économiste, M. Augé-Laribé, dans un article publié par l'*Association agricole* du 14 avril 1931.

M. Augé-Laribé s'appuie sur une étude de Miss Mattheï parue dans la *Revue internationale du Travail*, en mars 1931. Miss Matthei occupe les fonctions de chef du Service agricole au Bureau international du Travail, elle est à la source même des plus précieux renseignements pour des études économiques mondiales, et ses avis sont très écoutés dans les réunions internationales. M. Augé-Laribé nous dit qu'elle vient de nous donner un de ces avertissements qu'il faut savoir entendre : « la substitution de la machine à l'homme vient de faire de nouveaux et rapides progrès, ailleurs plus que chez nous. Prenons donc garde et renseignons-nous pour nous décider avant qu'il soit trop tard ».

Il s'agit de la concurrence faite à nos nations d'Europe par les pays qui ont adopté pour faire la récolte du blé, les machines dites « combines » qui moissonnent et battent les épis pour fournir d'emblée, sur le champ même, ce froment dont la récolte par nos archaïques méthodes exigeait plusieurs opérations très distinctes dont certaines sont complètement inutiles. C'est le cas de la mise en gerbes liées.

Il y a 12 ans l'état du Kansas possédait 14 moissonneuses-batteuses, il en possède aujourd'hui 25.000. En Australie la moissonneuse-batteuse est employée partout. Et nous continuons à grever notre blé de ces frais de confection des gerbes qui sont chargées et déchargées à la main, puis que des hommes se passent de mains en mains avant que le grain en soit extrait. Un essai vient d'être fait d'une moissonneuse-batteuse près de Chartres. Ceux qui l'ont vu ont été enthousiasmés. Mais cette machine ne peut pas être employée par tous les agriculteurs, ni dans tous les cas.

Miss Matthei remarque bien que la moisonneuse-batteuse n'est qu'un cas particulier du phénomène de la mécanisation générale de l'agriculture.

Dans bien des pays l'utilisation de machines agricoles fait des pas de géant. L'agriculture de ces pays pourra sans doute avoir une puissance de production accrue dans une très large limite. Ainsi les Etats-Unis ont exporté les quantités de machines dont la valeur en dollars est la suivante :

	en 1929	en 1930
Russie soviétique	20.120.000	41.640.000
Canada	37.710.000	24.480.000
Argentine	35.340.000	17.440.000
Australie	4.730.000	3.120.000
France	2.450.000	2.540.000
Algérie et Tunisie.....	4.650.000	2.500.000
Italie	1.260.000	1.240.000
Allemagne	2.330.000	790.000

Il est certain que ces machines vont dans une large mesure, accroître la concurrence des pays tels que la Russie, le Canada, la République Argentine, l'Australie, où elles pourront justement, à raison des larges étendues à cultiver, avoir un coefficient économique d'utilisation plus élevé qu'en France ou dans les autres pays de l'Europe occidentale.

Si nous voulons lutter avec avantage contre ces concurrents, « il faudra changer quelque chose et peut-être beaucoup à notre organisation agricole ». Et parmi les conséquences de cette situation économique nouvelle, se trouvera le handicap formidable qui résulte du morcellement extrême de la propriété, morcellement qui n'est un bien que si on l'examine d'un certain point de vue politique social, mais qui est capable de nuire économiquement à une société, et cela dans des limites beaucoup plus grandes que l'imaginent les philanthropes. Une multitude de petits propriétaires, vite ruinés par des lois économiques dont le propre est d'être absolument léonines, cela ne pourra jamais constituer qu'un palliatif aux dangers divers qui résultent de l'application uniforme sur de grandes surfaces des méthodes de culture moderne, dans des nations concurrentes. L'exemple de la Roumanie est absolument concluant : Le morcellement des grands domaines a pu parer à une crise sociale, mais du point de vue politique seulement, alors que du point de vue économique, on a enregistré une énorme baisse de la productivité agricole. La Tchécoslovaquie vient de se lancer dans la même voie, et l'Espagne veut la suivre, comme si le partage des terres devait précéder l'organisation économique de l'exploitation du sol.

Ces considérations sont oiseuses puisque, en France, même, on n'a pas pu profiter de la réfection du cadastre des régions dévastées pour réaliser une meilleure répartition des terres à cultiver qui aurait été éminemment profitable aux intéressés. Tout se passe comme si le monde voulait s'abandonner au fatalisme, et tous nos raisonnements sont donc, au vrai, parler pour ne rien dire. Agir serait beaucoup mieux.. Mais le levier qui est capable de mouvoir l'inertie d'une grande partie du monde agricole de notre planète? L'évolution résultera beaucoup plus de la force irrésistible qui sert la justice immanente des choses, que de nos essais de réglementation car on obéit toujours mieux à la force des choses qu'aux suggestions des hommes.

LAURENT RIGOTARD.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 août 1931 (suite).

PHYSIOLOGIE. — *M Nicloux* (prés. par M. A. Desgrez). — **Combustion de l'alcool par le pœcilotherme; valeur du quotient de température.**

L'alcool introduit sous la peau de la grenouille est brûlé par l'animal; en 24 heures, pour des températures de 1° à 29°, la quantité brûlée varie de 14 à 97 o/o. Le quotient de la température de cette réaction biochimique est égal à 2.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *G. Bourguignon* (prés. par M. d'Arsonval). — **Technique de la mesure des grandes chronaxies de 0s,3 à 1s,5.**

L'emploi des condensateurs, dans certaines conditions, permet de déterminer les grandes chronaxies, à 10 et 20 o/o près par défaut, approximation très acceptable, et qui légitime l'emploi de cette méthode pour la mesure des chronaxies vestibulaires.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *J. E. Abelous* et *R. Argaud* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur la formation de l'adrénaline dans la glande surrénale.**

Contrairement à l'opinion généralement admise, les auteurs considèrent que l'élaboration de l'adrénaline a lieu dans la substance corticale, et non dans la substance médullaire.

— *L. Velluz* (prés. par M. Vincent). — **Sur les propriétés antitoxiques de certains diphénols et leur mode d'action.**

En ce qui concerne la neutralisation de la toxine tétanique : l'adrénalone est deux fois moins active que l'adrénaline, l'éphédrine et la pseudo-éphédrine sont inactives. On est amené à supposer qu'il existe une relation entre l'oxydabilité de l'adrénaline et la centralisation de la toxine; l'intervention de l'O de l'air est démontrée par les expériences de l'auteur.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *G. Blanc* et *J. Caminopetros* (prés. par M. Roux). — **De la sensibilité du spermophile (*Citillus citillus*) au virus de la fièvre boutonneuse.**

Le spermophile est très réceptif au virus de la fièvre

boutonneuse; le sang, les viscères, le cerveau, sont virulents; sa réceptivité est supérieure à celle de l'homme. La souris blanche est réceptive aussi, mais moins que le spermophile. Ce fait rapproche la fièvre boutonneuse de la fièvre tachetée des montagnes rocheuses, avec laquelle elle a déjà plusieurs caractères communs.

M. Mascré.

Séance du 31 août 1931

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *E. Kobbelliantz* (transm. par M. E. Borel). — **Sur les séries d'Hermite et de Laguerre.**

ÉLASTICITÉ. — *G. Kolossoff* (prés. par M. Mesnager). — **Sur une application des formules de M. Schwarz, de M. Villat et de M. Dini au problème plan de l'élasticité.**

— *Tournayre* (prés. par M. Mesnager). — **Sur le calcul des hourdis nervurés en béton armé.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *P. Delens* (transm. par M. Elie Cartan). — **Géométrie projective des congruences de courbes.**

NAVIGATION. — *Ch. Bertin.* — **Sur la détermination du point par la radiogoniométrie.**

MÉTÉOROLOGIE. — *H. Douvillé.* — **Un curieux phénomène météorologique.**

L'Auteur décrit les effets produits à Paris sur un immeuble, au cours de l'orage du 24 août 1931, par la chute de la foudre qui a été vue sous la forme d'une boule de feu, rouge, d'une trentaine de centimètres de diamètre. Tombée obliquement dans la direction Nord-Est, en produisant une lueur blanche éclatante, elle heurte le coin d'un massif de cheminées, éclate en lançant une pluie de feu et en produisant un fort déplacement d'air.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *I. Fallou* (transm. par M. Paul Janet). — **Propagation des courants de haute fréquence polyphasés le long des lignes de transport d'énergie et protection sélective des réseaux électriques.**

Les résultats conduisent aux conclusions suivantes : 1° Les modules des composantes homopolaires des courants parcourant le générateur et le récepteur sont des fonctions exponentielles simples de la distance qui sépare le défaut du générateur; 2° le module de la composante inverse des courants qui parcourent le générateur est fonction exponentielle simple de la distance qui sépare le défaut du générateur; 3° le module de la composante inverse des courants qui parcourent le récepteur est indépendant de la position du défaut, le long de la ligne; 4° les modules des composantes inverses des courants dans le générateur et dans le récepteur ne dépendent que du facteur d'affaiblissement triphasé et non pas du facteur d'affaiblissement homopolaire de la ligne; ils sont donc indépendants de la résistance du sol.

CHIMIE MINÉRALE. — *L. Hackspill* et *R. Lauffenburger* (prés. par M. C. Matignon). — **Action de la chaleur sur les phosphates diacides alcalins.**

L'eau de cristallisation des sels étudiés, est éliminée en totalité dans le vide à une température bien déterminée. La déshydratation des ortho en métaphosphates se fait en passant plus ou moins rapidement par les pyrophosphates, et dans certains cas, par les tétraphosphates.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Meyer* et *R. Vittenet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur les homophtalimides substituées à l'azote par des radicaux aromatiques.**

Les auteurs ont préparé la N-phénylhomophtalimide, la N-Paratolylhomophtalimide, les N-α- et N-β-naphtylhomophtalimide qu'ils ont caractérisés par leurs produits de condensation avec les aldéhydes, benzoïque et diméthylaminobenzoïque para. Le groupe CH^2 de ces homophtalimides substituées a conservé ses propriétés réactionnelles.

Les auteurs décrivent également les dérivés benzylidéniques et *p*-diméthylaminobenzylidéniques obtenus par condensation avec les aldhéhydes correspondantes, en milieu alcoolique, à l'ébullition, en présence de pipéridine ou de diéthylamine : en l'absence de catalyseur la condensation est excessivement lente et toujours incomplète.

L. Franchet.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *E. Bataillon* et *Tchou-Su.* — **Activation, élimination d'un globule polaire et polyvoltinisme chez le Bombyx du mûrier.**

Les traitements parthénogénésiques provoquent chez les œufs vierges de Bombyx, une réaction membranogène très accusée, avec expulsion d'un globule polaire à la 2me division maturatrice. On retrouve la même expulsion spontanée chez les *bivoltins* avec *monospermie* chez plus de la moitié de ces œufs à globule, les autres *n'ayant jamais plus d'une spermie supplémentaire. Les univol-* spontanée chez les *bivoltins*[1] avec *monospermie* chez lyspermiques, retenant, dans la règle, leurs noyaux polaires. Chez les œufs vierges de *bivoltins*[2], un traitement au chloroforme provoque une large parthénogénèse; il provoque le *trivoltinisme* chez les mêmes œufs fécondés. Les traitements bivoltinisants sont des agents d'activation accentuant secondairement une réaction éliminatrice déficiente.

— *L. Bounoure* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **Sur l'existence d'un « déterminant germinal » dans l'œuf indivis de la Grenouille rousse.**

La lignée germinale, au cours de la vie embryonnaire, est caractérisée par la présence d'une substance cytoplasmique spéciale distincte du chondriome. On retrouve cette subtance spéciale au pôle inférieur de l'œuf indivis de la grenouille rousse. C'est la première fois qu'on observe chez les vertèbres, un fait de cet ordre, dont plusieurs exemples sont connus chez les Insectes.

THÉRAPEUTIQUE. — *C. Levaditi* et *P. Lépine* (prés. par M. G. Urbain). — **Etude de 45 éléments du point de vue de leurs propriétés curatives dans les spirilloses, la syphilis et les trypanosomiases.**

Les éléments actifs contre les spirilloses, la syphilis et les trypanosomiases sont au nombre de 10 (sur 45 étudiés), d'activité inégale. Ce sont : V, Ga, A s, In, Sb, Te, Pt, Au, Hg, Bi,. Tous sont très peu électro + ou électro —; ils ont une tension de polarisation inférieure à celle de H, ils ne décomposent pas H^2O à la température ordinaire; excepté Ga, tous sont précipités par H^2S à l'état se sulfures.

M. Mascré.

Séance du 7 septembre 1931

ÉLECTRICITÉ. — *A. Blondel.* — **Solutions graphiques nouvelles du calcul des lignes de transmission à haute tension.**

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *R. Tremblot* (transm. par M. A. Cotton). — **Sur l'application des**

interférences à quelques problèmes d'écoulement à grande vitesse.

Le dispositif décrit précédemment (*C. R.*, 193, 1931, p. 480) a été utilisé pour mesurer la répartition des densités dans une tuyère de Laval, afin de décider entre les conclusions de Prandlt, Steichen et Stodola, d'après lesquels l'écoulement est rigoureusement adiabatique, et celles de Müller indiquant une évolution sensiblement à chaleur constante.

D'autre part l'interféromètre de Michelson a permis une étude des variations de densité autour d'un obstacle, de manière à observer un phénomène à deux dimensions.

MAGNÉTISME. — *J. Peltier.* — **Sur la recherche de la dyssimétrie et les défauts dans les fièvres ferro-magnétiques.**

Poursuivant ses recherches exposées dans une Note récente (*C. R.* 192, 1931, p. 368), l'auteur a obtenu de nouveaux résultats en réalisant une sorte de balance d'induction dont il indique le dispositif et le mode de fonctionnement, à l'aide d'une figure. Avec ce dernier appareil, la vérification des inégalités d'épaisseur dans les tubes métalliques serait d'une simplicité remarquable. En outre, l'emploi de courants de plus grandes fréquences permettrait d'aborder les essais sur des substances de faible perméabilité magnétique.

ÉLECTROCHIMIE. — *M. Billy* et *F. Trombe* (prés. par M. G. Urbain). — **Préparation du cérium pur.**

Les auteurs ont réalisé une méthode de laboratoire pour obtenir le cérium pur par électrolyse. Les meilleurs résultats leur ont donnés avec un appareil composé d'un creuset de carbone servant d'anode, au fond duquel on ajuste un creuset de quartz ou de fluorine non conducteurs. Le sel monte au-dessus du bord du creuset pour être en contact avec le creuset de carbone (anode). Au centre, on fait descendre près du fond une cathode tournante, cylindre de molybdène protégé dans sa partie supérieure par un tube en quartz ou en fluorine. Le bain maintenu à 850° est composé de 25 gr. de chlorure de cérium, 16 gr. de chlorure de potassium et de 2 gr. de fluorine de calcium. Le courant est de 10 ampères sous 12 volts.

L. Franchet.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *E. Bataillon* et *Tchou-Su.* — **Les trois types de mitoses caractéristiques du premier développement chez l'œuf de Bombyx fécondé ou parthénogénétique.**

L'étude des types cinétiques des œufs de Bombyx montre que les deux données fondamentales consistent dans l'importance capitale du centrosome et l'autonomie cinétique des trois sortes cellulaires (mâle, femelle, amphimixique) chez qui les relations nucléoplasmatiques sont très différentes. La permanence et la continuité génétique du grumeau centrosomien, d'origine spermatique, est remarquable. Les gélifications astériennes n'apparaissent que sur lui; elles n'existent jamais dans la parthénogénèse, où il manque.

GÉOLOGIE. — *P. Fallot.* — **Sur le massif paléozoïque de Talambot (Rif espagnol). Description et carte de ce massif.**

PHARMACOLOGIE. — *M. Polonovsky* et *R. Hazard* (prés. par M. Desgrez). — **Sur quelques actions physiologiques du chlorotropane.**

Le chlorotropane se montre beaucoup plus toxique, pour les animaux de laboratoire, que le tropanol ou l'atropine. L'éthérification du tropanol, par HCl renforce et rend plus périphérique l'action paralysante de celui-ci sur le vague cardiaque et donne à l'action de la molécule sur l'instestin une allure nicotinique.

TÉRATOLOGIE ENTOMOLOGIQUE. — *P. Cappe de Baillon* (prés. par M. E. L. Bouvier). — **La bipartition expérimentale des pièces impaires de l'exosquelette chez le Tenebrio molitor *L.* (*Coléopt.* Tenebrionidæ).**

En provoquant, par cautérisation, des lésions *unilatérales* de divers segments thoraciques, à un stade larvaire convenablement choisi, on a pu provoquer la bipartition des segments intéressés, les deux moitiés présentant un développement sensiblement égal.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *R. Wurmser* et *L. Rapkine* (prés. par M. G. Urbain). — **Procédé de micro-injection quantitative.**

Une modification du dispositif ordinaire des chambres permet de mesurer les quantités de liquide injectées dans un élément cellulaire. Elle a permis d'étudier quantitativement la réduction du 2-6 dibromophénolindophénol dans le noyau de la glande salivaire de Chironome; elle permettra l'étude plus précise des réactions biochimiques du milieu intracellulaire.

M. Mascré.

Séance du 14 septembre 1931

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. Bernstein.* — **Sur le maximum absolu d'une somme trigonométrique.**

BALISTIQUE. — *Depreux* (transm. par M. E. Esclangon). — **Sur la résistance de l'air à l'arrière des projectiles.**

L. Franchet.

BIOLOGIE. GÉNÉRALE. — *E. Bataillon* et *Tchou-Su.* — **Dissociation expérimentale des rhytmes cinétiques mâle et femelle sur l'œuf de Bombyx normalement fécondé.**

Les rhytmes cinétiques différents des cellules mâle et femelle peuvent être observés, dans certaines conditions, chez l'œuf de Bombyx fécondé; chez les œufs bivoltins à la deuxième génération, on provoque, par un traitement au chloroforme, le trivoltinisme. On peut observer, sur l'œuf fécondé polyspermique, l'activité abortive des cellule mâles, avec plasmodiérèses sans noyaux. S'il y a simplement abolition de l'amphimixie, on rencontre, côte à côte, l'évolution abortive des noyaux mâles et les cinèses anastrales des noyaux femelles; les unes et les autres évoluent d'une manière autonome suivant leur rhytme propre, que conditionne en particulier, le rapport nucléoplasmatique, différent chez les uns et les autres. La parthénogénèse totale est pratiquement irréalisable; l'androgénèse expérimentale, elle apparaît comme une impossibilité chez le Bombyx.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. R. Bohn* (prés. par M. Molliard). — **Le mécanisme de la synthèse des graisses aux dépens des glucides.**

Comme en présence de glucose, le *Stérigmatocystis nigra*, cultivé en présence de lévulose, donne un mycélium d'autant plus riche en graisse que la concentration en sucre est plus élevée. Il y a quelques différences avec les faits observés en présence du glucoce, et qui empêchent de calculer exactement le rendement énergétique; on peut considérer, cependant, que la perte d'énergie

au cours de la transformation du lévulose en lipides, est extrêmement faible.

PHYSIOLOGIE. — *R. Lecoq* (prés. par M. Desgrez). — **Production d'un syndrome ostéo-dystrophique chez le Cobaye, par déséquilibre minéral de la ration.**

Par un déséquilibre minéral important de la ration, portant sur les proportions relatives de Ph et de Ca, on peut obtenir, chez le Cobaye, un état ostéo-dystrophique, voisin du scorbut et cela, même en présence d'une quantité satisfaisante de vitamine C.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *H. Quéré* (prés. par M. Molliard). — **L'oxydation des alcools par les ferments acétiques, considérée comme une forme de respiration cellulaire.**

Une bactérie, voisine du *B. acetigenum*, a été cultivée en milieu minéral additionné de divers alcools. Elle consomme alors une forte proportion d'oxygène; la consommation d'O est, grossièrement, en raison inverse du poids moléculaire de l'alcool utilisé. L'oxydation des alcools est inhibée par le cyanure de potassium, non par l'acide bromacétique. Ce mécanisme, analogue à celui de la respiration, constitue, pour ces bactéries, la source d'énergie.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *P. Cayrol* (prés. par M. Molliard). — **Action de divers dérivés halogénés sur la fermentation alcoolique.**

Les divers dérivés étudiés ont une activité inhibitrice inégale, d'autant plus marquée qu'ils s'hydrolysent facilement.

EMBRYOGÉNIE. — *P. Wintrebert* (prés. par M. Caullery). — **Les plans d'ébauche de *Discoglossus pictus* Otth. à la fin de la blastula et à la fin de la neurula.**

Description des caractéristiques principales des plans d'ébauche du Discoglosse, avec schémas.

ÉPIDÉMIOLOGIE. — *P. Delanoë* (prés. par M. Mesnil) — **Le chacal et le hérisson, réservoirs du spirochète marocain, *Sp. hispanicum*, var. *marocanum* Nicolle et Anderson, 1928.**

Sur 11 chacals examinés, 10 étaient spontanément infectés; le sérum de l'un d'eux avait des propriétés préventives. Chez un chacal adulte, non infecté, le sérum était doué de propriétés protectrices et l'animal possédait une immunité naturelle solide. L'auteur a rencontré également des hérissons naturellement infectés; beaucoup sont en état d'immunité. Le hérisson est très sensible à la contamination. Les musaraignes ne paraissent pas être infectées.

M. Mascré.

Séance du 21 septembre 1931

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *L. Féraud* (transm. par M. E. Cartan). — **Sur la périodicité conditionnelle au voisinage d'un point d'équilibre stable.**

AVIATION. — *A. Etevé* prés. par M. Jouguet). — **Sur les anémogirouettes.**

Une girouette, munie de deux surfaces rectangulaires superposées, de 32 cm d'envergure et de 4 cm de profondeur, était reliée à un anémomètre constitué par un plan carré de 5 cm de côté, dont la résistance était équilibrée par un ressort. Les expériences ont été effectuées dans un vent de 150 km à l'heure. On a constaté : 1° qu'une variation de la vitesse du vent égale à 1 km, insensible pour un excellent pilote, donne naissance à un couple dépassant 100 grammes-mètre, capable d'assurer la manœuvre du gouvernail de profondeur dans un grand nombre de cas; 2° qu'une variation de l'angle d'attaque de l'ordre d'un demi-degré produit un couple du même ordre de grandeur.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *P. Fourmarier* (prés. par M. P. Janet). — **Essais de cellules photo-électriques en fonction de la fréquence d'illumination.**

L'auteur a cherché à montrer comment une cellule photo-électrique à remplissage gazeux répond à une source d'illumination périodique. Il expose le procédé qu'il a réalisé et les résultats qu'il a obtenus. Ceux-ci s'expliqueraient qualitativement par le fait que l'ionisation par chocs n'est pas un phénomène instantané mais cumulatif; en revanche, l'émission des électrons primaires peut être considérée comme instantanée. Pour des tensions faibles, le courant photo-électrique, constitué presque uniquement par le courant photo-électrique primaire, suit fidèlement les variations d'illumination; pour des tensions élevées, l'ionisation par chocs n'est pas assez rapide pour suivre instantanément les fluctuations de l'intensité lumineuse.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *J. Fallou* (prés par M. Paul Janet). — **Mesures des constantes de propagation d'une ligne aérienne avec retour par le sol en fonction de la fréquence.**

Ces recherches avaient pour but de mesurer la vitesse de propagation, l'impédance caractéristique et la constante d'atténuation d'une ligne triphasée, pour un système homopolaire de courants, et pour une gamme de fréquence aussi large que possible. La ligne qui a servi aux essais est l'artère triphasée à 220.000 volts installée entre Paris et Orléans. La longueur de cette ligne est de 112 km. 2 et surplombe sur tout son parcours les terrains de la région parisienne et de la Beauce.

L'auteur expose les résultats de ses expériences.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Bougault* et *J. Guillou*. — **Sur quelques réactions de certains dérivés barbituriques (véronal, dial, gardénal, etc.).**

Les auteurs exposent les faits nouveaux qu'ils ont constatés en étudiant l'action de l'iode et du brome en milieu alcalin, sur les dérivés barbituriques. Ces résultats sont intéressants tant au point de vue théorique qu'au point de vue analytique.

L. Franchet.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *I. Lapicque*. — **La mesure des grandes chronoxies à propos d'une note de M. Bourguignon).**

L'auteur discute les modifications apportées, dans la mesure des grandes chronaxies, par M. Bourguignon et décrites dans une note précédente. Il conclut « qu'il n'y a aucune raison de ne pas mesurer les grandes chronaxies avec la même technique que les petites, et avec la même précision relative ».

GÉOLOGIE. — *P. Fallot*. — **Les accidents marginaux de la chaîne calcaire du Rif, au nord de l'Oued Lau.**

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — MM. A. d'Arsonval et Louis Lumière sont désignés pour faire partie du Conseil supérieur du Cinématographe, institué par décret du 30 août 1931.

Conférences radiophoniques de la Revue Scientifique. — Dans notre dernier numéro (10 octobre, page 606), nous avons annoncé, une Conférence sur *Moureu*, pour le 4 novembre, date fixée par Radio-Paris. Cette Conférence donnée par M. Albert Ranc, docteur ès-sciences, aura lieu le mercredi 28 octobre à 19 heures, et non pas le 4 novembre.

Mercredi 9 décembre.— *Cuvier*, par M. Roule, professeur au Muséum National d'Histoire naturelle. Poste Radio-Paris, à 19 heures.

XIe Congrès de Chimie industrielle. — Le XIe Congrès de Chimie industrielle a tenu ses assises à Paris du 27 septembre au 1er octobre dernier. A cette occasion de grandes conférences ont eu lieu dans différents amphithéâtres de la Sorbonne. En voici le programme :

Le rôle de Moissan dans le développement des industries du four électrique par M. G. Flusin, Professeur à la Faculté des Sciences, directeur de l'Institut d'Electrochimie et d'Electrométallurgie de Grenoble;

Le Carbure de Moissan et l'Industrie chimique, par M. le Dr Phil. Albert R. Frank, Administrateur-délégué de la Stickstoffwerke A. G.;

La fabrication de l'acide sulfurique et des superphosphates au Danemark, par M. Kai Warming, Ingénieur en chef de la Dansk Svovlsyre-og. Superphosphatfabrik;

Avant l'étape finale de l'utilisation de l'Energie thermique des mers par le procédé Claude-Boucherot. Nos travaux à Cuba, par M. Georges Claude, Membre de l'Institut;

Considérations sur l'emploi de l'alcool comme carburant, par M. Paul Dumanois, Inspecteur général de l'Aéronautique, Directeur des services techniques de l'Office national des combustibles liquides;

Recherches récentes sur les principes odorants naturels, par M. Ruzicka, Professeur à l'Ecole Polytechnique de Zurich;

Les Enseignements de l'Exposition dans l'étude chimique des matières premières, par M. E. Perrot, Professeur à la Faculté de Pharmacie, Directeur de l'Office national des matières premières végétales.

Les séances de travail du congrès ont montré une toute particulière activité dans les 20 sections des 6 groupes du congrès : Usine et laboratoire, combustibles, métallurgie et industries minérales, industries organiques, agronomie et industries agricoles, organisation économique.

Les travaux de la section 15, groupe V, (agronomie et industrie agricole) se sont poursuivis parallèlement avec ceux de la section française de la Société internationale des Chimistes de l'industrie du cuir. De même pour ceux de la section 12, groupe IV (industries organiques) qui avaient trait au caoutchouc et succédanés et qui se sont réunis à ceux du congrès international pour le développement des applications du caoutchouc.

Le groupe VI (organisation économique) a retenu spécialement l'attention des congressistes sur tout ce qui concerne les colonies et les principaux problèmes de l'économie internationale si profondément troublée en ce moment.

Dans ce groupe, un intéressant rapport de M. André Mayer, professeur au Collège de France sur la Caisse des recherches scientifiques a été lu. M. Albert Ranc a fait adopter un vœu relatif à la création d'un service national des recherches scientifiques et à l'institution d'une direction scientifique et technique au Ministère des Colonies.

Les visites documentaires du Congrès ont eu lieu les 2 et 3 octobre aux Glaceries de Saint-Gobain, aux Etablissements Kuhlmann, aux Tanneries Combe, à la Société d'éclairage, chauffage et force motrice, à l'Institut de Biologie physico-chimique, à l'Institut de soudure autogène, à la Compagnie française de raffinage.

Le 4 octobre, à Meaux, les congressistes se réunirent pour inaugurer un monument à la mémoire d'Henri Moissan.

Institut d'Urbanisme. — L'Institut d'Urbanisme de l'Université de Paris (Facultés de Droit et des Lettres) dispense un enseignement qui a pour but de contribuer à la construction et à l'administration des villes. Cet enseignement, semblable à celui des Hautes Ecoles, est accessible dans certaines conditions à tous ceux qui s'intéressent au développement des villes et au gouvernement. Il est de deux années. La préparation d'une thèse exige encore une année. Le succès aux épreuves de fin d'études donne droit au diplôme d'études spéciales d'urbanisme délivré au nom de l'Université de Paris.

A l'Institut d'Urbanisme est annexée l'Ecole nationale d'Administration municipale qui fonctionne à la fois comme section préparatoire à l'Institut proprement dit et comme section de perfectionnement administratif destinée aux agents communaux en fonction et aux personnes qui se préparent aux emplois de même nature. Il est délivré aux étudiants ayant satisfait aux épreuves de fin d'études un certificat donnant droit au titre de gradué. Après deux années d'études, ou un certificat donnant droit au titre de diplômé après trois années d'études. Ces distinctions sont délivrées au nom de l'Université de Paris. L'enseignement de l'Ecole nationale d'administration municipale peut être suivi par correspondance par les étudiants des départements autres que la Seine.

Les inscriptions sont prises exclusivement du 22 octobre au 10 novembre 1931.

Pour renseignements, s'adresser au Secrétariat de l'Institut d'Urbanisme, 3, rue Michelet, Paris (6e).

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Eloges et discours académiques, par Emile Picard, de l'Académie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. In-8° de 400 pages. — Gauthier-Villars. Paris 1931. — Prix : 50 francs.

Outre un discours lu à l'Académie française, ce beau recueil réunit divers éloges prononcés par son Auteur en ces dernières années, au nom de l'Académie des Sciences. La tendance marquante réside dans le souci de mettre en évidence la façon dont fût envisagée la Science à divers moments. Ainsi conçu, l'éloge historique prend un caractère hautement philosophique. Sa répétition, faite à un certain degré de fréquence, révèle un dualisme entre l'esprit de ceux qui s'attachent plus particulièrement aux résultats effectifs et l'esprit de ceux qui s'intéressent d'abord aux démarches de la pensée, préférant la façon de découvrir à la plupart des choses qu'on découvre. Et cette confrontation est assurément des plus éducatives.

G. Bouligand.

Quanta et Chimie, par ARTHUR HAAS, Professeur de Physique à l'Université de Vienne. Traduit de l'allemand par Jeanne Perrenot et F. Esclangon. In-16 de 68 pages avec 7 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

La théorie des quanta a pénétré dans la Chimie tout autant que dans la Physique. L'auteur, qui avait déjà exposé ces théories nouvelles, dans un ouvrage intéressant traduit en français, *La Mécanique ondulatoire et les nouvelles théories des quantiques*, présente sous une forme un peu amplifiée dans ce petit livre quelques exposés faits en 1929, à la Société Chimique de Vienne. Il y donne le plus brièvement et le plus simplement possible les notions théoriques de physique quantique qui intéressent les chimistes en ayant soin de laisser de côté toute formule mathématique. Cet exposé comprend quatre chapitres : L'arithmétique et la périodicité chimique; La théorie quantique de la valence et des forces chimiques; L'arrangement électronique et le système des éléments; Problème quantique de la structure de la molécule et du noyau. J. B.

Deux heures de Physique. II. *Structure de l'électricité*, par F. WOLFERS. In-12 de 248 pages (*Collection Fontenelle*). Kra, éditeur, Paris 1931. — Prix : 20 francs.

Dans ce petit livre, destiné au grand public, M. Wolfers s'est proposé d'exposer d'une manière précise mais sans faire appel au calcul mathématique ni à trop de détails techniques, les faits sur lesquels repose notre conception actuelle de la matière et de l'électricité.

Après avoir rappelé l'évolution des conceptions générales relatives à l'électricité, il expose ce que les recherches de laboratoire nous ont appris de définitif concernant la discontinuité de la matière, les électrolytes, les ions gazeux, les électrons libres, les rayons positifs, les théories électroniques. De nombreux appendices sont consacrés à la description détaillée de quelques expériences et aux développements mathématiques qui auraient pu alourdir le texte.

M. Wolfers s'est volontairement limité à n'exposer que ce qui est définitivement acquis. Il ne pense pas qu'il y ait intérêt à révéler au public les points qui sont encore en discussion et, qui pourraient être démentis par les progrès de la science, mais qu'il importe au contraire de lui présenter la science comme un édifice parfaitement stable dont la construction est définitive : « En divulguant trop tôt ce qui demeure en chantier, la science ne fait que favoriser l'éclosion d'idées fausses et de discussions stériles parmi les profanes; cela ne peut que nuire à son libre développement ». A. Bc.

Physique moderne, par G. CASTELFRANCHI. In-8° de 660 pages et 147 figures. A. Blanchard, éditeur, Paris. — Prix : 70 francs.

C'était une entreprise très difficile que d'exposer, en un ouvrage d'ensemble, les progrès de nos connaissances si étonnamment rapides dans le cours des trente dernières années, concernant la matière et le rayonnement. Un tel travail supposait chez son auteur non seulement une très vaste culture et une solide documentation, mais encore de fortes qualités didactiques.

L'ingénieur italien M. Castelfranchi a su mener à bonne fin une entreprise aussi délicate et son livre sera très utile aux étudiants désireux d'acquérir une connaissance approfondie sur des questions qui sont de plus en plus à l'ordre du jour et qui évoluent d'ailleurs très rapidement.

Deux chapitres d'introduction sont consacrés à rappeler les notions générales concernant, d'une part, les atomes et les molécules, d'autre part, les théories générales de la lumière. Abordant ensuite son sujet, l'auteur étudie successivement : la théorie cinétique des gaz, le mouvement brownien, les fluctuations, la relativité et la masse, l'électron et les rayons positifs, les rayons X et le numéro atomique, les cristaux, la radio-activité, l'atome nucléaire, l'énergie thermique et les quanta, l'atome de Bohr, l'atome d'hydrogène et les autres atomes, les chaleurs spécifiques, l'effet photoélectrique, l'effet Compton et les quanta de lumière, le magnétisme et les quanta, la mécanique ondulatoire et la mécanique quantique.

A. Bc.

Pétroles naturels et Carburants de synthèse, par ANDRÉ GRAETZ, ancien Ingénieur à l'Office National des Combustibles liquides; avec la collaboration de PIERRE BURGART, Ingénieur des Constructions aéronautiques et mécaniques. Préface de P. Dumanois. In-8° de 624 pages avec 55 figures. J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris. — Prix : 110 francs.

L'objet de cet ouvrage n'est pas de donner un tableau complet de l'industrie pétrolifère. Un traité de ce genre eut nécessité plusieurs volumes. L'auteur s'est restreint à l'étude chimique du pétrole et de ses dérivés et à l'application des connaissances chimiques acquises au traitement du pétrole et à ses transformations. Malgré leur intérêt les théories relatives à l'origine des pétroles du globe ne pouvaient prendre place dans cet ouvrage. Il y est aussi à peine question des lubrifiants et seulement dans la mesure où leur traitement participe à la technique générale du raffinage. Par contre, et malgré que jusqu'ici elle n'ait point connu de consécration industrielle, une large part a été faite à la synthèse des combustibles liquides. Les recherches entreprises dans ce domaine présentent un intérêt considérable, d'abord par l'importance du but auquel elles tendent, ensuite et surtout par les enseignements extrêmement importants qu'en retire l'industrie du pétrole. Enfin, il était nécessaire de parler de l'utilisation des combustibles liquides dans les moteurs; les ingénieurs du pétrole ont besoin d'être renseignés sur les besoins des ingénieurs-mécaniciens. La partie du volume consacrée à ces applications est due M. Pierre Burgart.

« Ouvrage technique, écrit par un technicien de valeur pour des techniciens, juge M. Dumanois, il situe la question actuelle de la préparation et de l'utilisation du pétrole et des carburants de synthèse. L'auteur ne s'est pas borné à une énumération des différents procédés : il a, à chaque occasion, fait œuvre de synthèse constructive. Dans un domaine où l'empirisme faisait trop souvent la loi, il a voulu introduire l'esprit scientifique. Les hypothèses et les déductions personnelles, discutables comme toute hypothèse et toute déduction, donnent au livre un attrait particulier. Enfin, l'ouvrage comporte une bibliographie de premier ordre, particulièrement précieuse pour les techniciens auxquels il s'adresse. » J. B.

La Cinématographie sonore, par P. HÉMARDINQUER. Préface de Léon Gaumont. In-8° de 236 pages avec 137 figures, Léon Eyrolles, éditeur, Paris. — Prix : 30 fr.

Malgré le développement prodigieux qu'avait pris le cinématographe après une trentaine d'années d'existence, le film muet est en voie de disparaître de nos grandes salles de spectacles pour céder la place au film sonore. Cet abandon d'un art auquel on doit incontestablement

des chefs-d'œuvres pour un autre encore dans la période des tâtonnements, est bien la marque d'une époque où les applications merveilleuses de la science ont développé la curiosité de l'esprit au détriment même du goût artistique. Certes, nous sommes bien convaincu que le cinéma parlant donnera, lui aussi, des chefs-d'œuvres, mais l'engouement du public pour un art encore bien imparfait et bien inférieur à ceux qu'il cherche à supplanter, ne s'explique que par le désir de connaître ce que la technique scientifique peut réaliser.

Obéissant à cette même curiosité, le public qui remplit les salles de cinéma parlant devrait lire l'ouvrage que M. Hémardinquer vient de consacrer au film sonore. Il ne serait pas déçu. La complexité du problème est extrême; il met en jeu des dispositifs optiques mécaniques, acoustiques, électriques, radio-électriques et même chimiques. Les solutions données sont fort ingénieuses et très intéressantes non seulement pour le professionnel, mais même pour le public moyen. M. Hémardinquer les expose, à son habitude, d'une manière très compréhensible et très attachante. Tous ceux que passionnent le développement de la technique moderne iront chercher dans son livre les principes, la technique et la pratique d'un art encore à ses débuts, mais dont les possibilités sont très diverses et très vastes. Les Français tiendront d'autant plus à s'initier à ces problèmes, que celui qui le premier a su réaliser le film parlant est leur compatriote Léon Gaumont, tout comme le film muet était dû à un autre grand Français, Louis Lumière. J. B.

Le Livre du disque et du phonographe, par P. Hémardinquer, Ingénieur-électricien et René Dumesnil, Critique musical. In-16 de 288 pages avec 54 figures et 8 planches hors texte. E. Chiron, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Dans cet ouvrage, qui est le fruit de la collaboration d'un ingénieur et d'un critique musical, le lecteur trouvera à la fois des indications techniques sur le mécanisme du phonographe et des conseils pour le choix des disques.

M. Hémardinquer, qui a déjà publié un autre livre sur la technique du phonographe, a surtout cherché dans l'ouvrage actuel à montrer à l'amateur comment il doit utiliser pour un meilleur rendement les différents genres de disques et comment il peut augmenter leur durée et la qualité de leurs sons.

La deuxième partie, la plus étendue, 200 pages sur 288, est consacrée à la critique musicale des disques. L'auteur envisage d'abord le rôle éducateur du disque. Les enregistrements et les machines parlantes sont maintenant d'une qualité telle qu'un bon disque vaut mieux qu'un exécutant moyen; le phonographe peut faire pénétrer la musique dans des milieux où elle n'était connue que sous un aspect trompeur. Mais il y a une foule de disques enregistrés. M. Dumesnil commente la plupart d'entre eux et guide ainsi les amateurs à travers les listes de noms et de titres des catalogues. Cette seconde partie est ainsi un peu une histoire de la musique par le disque. Pour la musique légère et la musique de danse où l'interprète passe souvent avant l'œuvre, on trouvera le portrait des principales vedettes internationales dont le disque a rendu l'art populaire. J. B.

Un itinéraire géologique à travers les Alpes françaises de Voreppe à Grenoble et en Maurienne, par Maurice Gignoux et Léon Moret. In-8° de 128 pages avec 13 figures et 11 pl. Dardel, éditeur, Chambéry.

Sous ce titre, les auteurs présentent une véritable esquisse synthétique structurale des Alpes occidentales, étudiées analytiquement suivant une coupe transverse. MM. Moret et Gignoux nous font ainsi connaître la constitution géologique, aux environs de Grenoble, des différentes zones tectoniques, zone subalpine, zone cristalline, zone des schistes lustrés, zone du Briançonnais. Les vues d'ensemble, par lesquelles se termine l'ouvrage nous retracent l'histoire géologique de la région et nous présentent enfin un schéma de la structure de l'ensemble des Alpes.

Dès le Permien, l'opposition est bien marquée entre la fosse géosynclinale alpine et l'avant-pays externe. Au Lias, des cordillères ou géanticlinaux s'individualisent dans la zone du Briançonnais, tandis qu'une avant-fosse, le géosynclinal dauphinois, se dessine dans les zones externes, à l'opposé de la grande fosse ou géosynclinal piémontais. Des cordillères liasiques sont dérivées les nappes de front, tandis que des fosses géosynclinales furent expulsées les nappes de fond (la presque homonymie de ces deux termes de la tectonique moderne est bien regrettable !)

L'opuscule de MM. Gignoux et Moret constitue une précieuse mise au point des faits acquis dans le domaine tectonique alpin français. Il sera extrêmement utile à tous ceux qui veulent connaître vraiment les Alpes, « la seconde patrie de tous les géologues ». L. Joleaud.

La Vie du Globe et la Science moderne, par L. Houllevigue. In-16, de 244 pages avec 22 figures. Colin, éditeur, Paris.

Dans cette cinquième série de mises au point, M. L. Houllevigue expose, avec sa claire lucidité de l'évolution de la Science, les derniers progrès de la Physique terrestre. C'est toujours avec le plus vif intérêt que les nombreux lecteurs de l'éminent professeur de Marseille suivent ses exposés du développement scientifique. Chaleur, magnétisme, mouvements de l'écorce terrestre, équilibre, marées, houle de la masse océanique, traits caractéristiques essentiels de l'atmosphère, sont envisagés successivement dans le nouveau livre de M. L. Houllevigue, sous un aspect synthétique qui éveille des vues originales sur l'avenir de nos connaissances.

Les géologues apprécieront particulièrement la documentation récente, ici parfaitement résumée, de la géophysique, présentée par un physicien. Un géologue doit être aussi un physicien et un biologiste. Malheureusement, il lui est très souvent difficile de mettre en harmonie ces trois doctrines, dont les constantes découvertes modifient sans cesse l'interprétation qu'il est appelé à donner des faits d'observation.

Les derniers chapitres du livre de M. L. Houllevigue nous transportent dans la stratosphère. Ils sont particulièrement d'actualité aujourd'hui, à la suite des explorations réalisées par le professeur Piccard.

L'ouvrage de M. L. Houllevigue, agréable à lire, favorisera, comme ceux qui l'ont précédé, la pénétration des idées scientifiques dans tous les milieux intellectuels, où chaque jour apparaît davantage l'importance des problèmes que seule la Science peut aider à résoudre.

L. Joleaud.

La question des tropismes, par M. Maurice Rose, In-8° de 469 pages avec figures, (*Collection des Problèmes biologiques*), Presses universitaires, Paris.

L'ouvrage de M. Rose est une mise au point très complète — aussi bien pour les faits que pour les interprétations — de cette question si importante pour la biologie

et la psychologie et, cependant, si obscure encore, malgré le très grand nombre de recherches qu'elle a suscitées. M. Rose est on ne peut mieux qualifié pour mener à bien le travail qu'il a entrepris — tant par son érudition que par ses recherches personnelles sur les tropismes des crustacés inférieurs, poursuivies pendant 20 ans.

Le livre se divise en trois parties très inégales : un exposé critique des travaux sur les tropismes et des questions qu'ils soulèvent (qui forme à peu près les trois-quarts du volume); un examen des théories de Jennings et de Loeb, et une partie générale qui examine les liens qui rattachent la question des tropismes aux divers problèmes biologiques, psychologiques et philosophiques. C'est dans les deux dernières parties que le point de vue personnel de l'auteur apparaît, surtout à l'occasion de la théorie de Loeb. Cette théorie lui apparaît comme basée sur les faits d'orientation indiscutables, mais trop simpliste, en ce qu'elle méconnaît le rôle coordinateur et modificateur du système nerveux, la mémoire, les adaptations et les habitudes diverses, etc. Elle est peut-être applicable à certains cas très élémentaires, mais elle est trop schématique pour la grande majorité des animaux, les supérieurs surtout. Cependant, la théorie de Loeb, dit M. Rose, doit être conservée comme le seul fil conducteur que nous possédions dans l'étude des tropismes; c'est à partir d'elle que des plans d'études doivent être élaborés. Loeb, par sa conception d'animaux-machines, aux « mouvements forcés », semble donner raison à Descartes; ce point de vue, déterministe, s'oppose à celui des « animistes », qui « humanisent » la nature. M. Rose se range du côté des déterministes, en faisant remarquer toutefois — avec raison — que le déterminisme n'importe pas nécessairement l'acceptation d'une théorie aussi schématique que celle de Loeb. D'ailleurs, ajouterons-nous, le déterminisme de Loeb se trouve en défaut lorsqu'il s'agit de l'homme (précisément parce que le mécanisme indiqué est trop simple même pour un animal supérieur) et laisse, ainsi, la porte ouverte aux interprétations spiritualistes précisément là où il serait le plus important de les éliminer.

En ce qui concerne les rapports des tropismes avec certains autres phénomènes biologiques, notons ce que M. Rose dit des réflexes et des instincts. Les tropismes dépassent les *simples* réflexes et se trouvent *au-dessus* d'eux, précisément parce qu'ils ne provoquent pas simplment une réaction, mais *orientent* l'animal. Ce sont des *réflexes coordonnés*. Quant aux instincts, ils comportent une part de tropismes, au début en particulier, lorsque l'animal doit s'orienter et se diriger d'une certaine façon; mais ensuite d'autres phénomènes interviennent : action des hormones, mémoires, réponses à des excitations immédiates, etc.

Le livre de M. Rose, qui représente, au point de vue de la documentation, une somme de travail énorme, rendra un service extrêmement important tant aux travailleurs qui orientent leurs recherches dans cette voie qu'aux biologistes en général. M. Goldsmith.

L'œuf et les facteurs de l'ontogénèse, par A. Brachet, Professeur à l'Université de Bruxelles. *Deuxième édition*. In-16 de 438 pages avec 59 figures. (*Encyclopédie scientifique*). Gaston Doin et Cie, Paris. — Prix : 32 francs.

« La connaissance exacte des stades embryonnaires par lesquels passe un germe au cours de son développement, celle du lien morphologique qui les assemble en un trait continu, si complètes qu'elles puissent être, ne sont que l'introduction nécessaire à l'étude des causes et des facteurs dont ils sont la résultante visible à nos yeux. C'est cette étude qui est le but véritable des recherches embryologiques et c'est elle qui sera surtout l'objet de ce livre ».

Ces quelques lignes de l'éminent biologiste belge font admirablement suivre l'intérêt de cette branche de l'embryologie appelée généralement, dans les pays de culture germanique : « Mécanique du développement », en raison de son but nettement opposé à celui de la morphologie phylogénétique, branche pour laquelle il adopte la dénomination bien plus large d'embryologie causale.

Depuis quinze ans les progrès de celle-ci ont été si grands que cette nouvelle édition constitue presque un livre nouveau. Certes, cet ouvrage a gardé le caractère qu'il avait dans sa première édition et qui a été un des éléments de son succès, mais tout en s'imposant avant tout comme but de rechercher parmi les faits trouvés ceux qui « paraissent les plus significatifs et d'indiquer dans la mesure du possible le lien qui les enchaîne et les rend intelligibles », l'auteur a voulu tirer parti de toutes les acquisitions nouvelles. « Dans la science », écrit-il, « comme dans la vie courante, un bilan est parfois nécessaire; il ouvre des vues sur l'avenir et trace la voie au progrès ». Pour établir ce bilan, pour donner au lecteur un tableau complet de nos connaissances sur les propriétés de l'œuf et les facteurs de l'ontogénèse, il doit être obligé de remanier complètement certains chapitres.

Tels ceux traitant de la maturation, des causes d'inertie de l'œuf vierge, de la fécondation et de la parthénogénèse. Il a exposé également dans leur état actuel, avec les conséquences théoriques qui en résultent, l'origine et la propriétés des localisations germinales que l'on a tant étudiés dans ces dernières années et qui sont à la base de toute l'ontogénèse. Enfin un chapitre nouveau a été consacré aux centres organisateurs et à leur signification.

Ainsi mis à jour, ce livre continuera à rendre les plus grand services aux biologistes : à ceux qui, absorbés par d'autres champs d'étude, désirent pourtant se tenir au courant des progrès immenses réalisés par les spécialistes de l'ontogénèse et plus encore peut-être aux jeunes en leur montrant les perspectives d'avenir que leur ouvrent les découvertes de leurs aînés. A. B.

Origine et évolution de la religion. Les théories et les faits, par P. W. Schmidt. Traduit de l'allemand par A. Lemonnyer, O. P. In-16 de 360 pages. Editions Bernard Grasset, Paris. — Prix : 15 francs.

Remarquable travail écrit par un des maîtres de l'Ethnologie contemporaine. On y trouvera d'abord un résumé lumineux et critique sobre des principaux systèmes proposés depuis l'antiquité jusqu'à nos jours pour expliquer l'origine des religions; puis, en regard, un exposé des résultats obtenus par l'Ethnologie comparée, conduite selon le véritable esprit scientifique et selon les règles de la méthode historique. On sait que parmi ces résultats figure l'affirmation du caractère primitif du monothéisme, ainsi que l'ébauche d'une classification génétique des civilisations, fondée sur leurs caractères à la fois matériels et spirituels.

Quoi qu'on pense des idées personnelles du P. Schmidt, on ne saurait qu'admirer la vigueur de ses démonstrations, la clarté didactique de ses exposés et la richesse inépuisable de son érudition. Il faut remercier le P. Lemonnyer d'avoir mis, dans de bonnes conditions, ce précieux manuel à la disposition du public français.

R. Troude.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 21 — 69e ANNÉE — 14 NOVEMBRE 1931

LES INSTITUTIONS SCIENTIFIQUES DE L'INDOCHINE FRANÇAISE

par P.-B. de la BROSSE

Résident supérieur, Directeur de l'Agence économique de l'Indochine

Depuis l'intervention française, la connaissance scientifique de l'Indochine a fait de grands progrès : aux chercheurs isolés, et aux missions temporaires dont la plus ancienne fut celle de l'exploration du Mékong dirigée par Doudart de Lagrée, et la plus fructueuse la Mission Pavie qui groupa pendant plusieurs années de nombreux collaborateurs, ont succédé dés organismes permanents qui poursuivent avec continuité leur programme respectif ; leur situation et les résultats de leurs travaux très remarquables, et souvent atteints au prix de douloureux efforts dans un climat débilitant, méritent d'être mieux connus qu'ils ne le sont. Ces Institutions ne diffèrent pas seulement par la nature de leurs études, mais par leur organisation et par leur évolution propres. Elles ne sont pas nées ensemble et ne sont pas toutes soumises à un statut uniforme ; les unes, déjà anciennes, ont connu un essor régulier et, parmi les jeunes, certaines ont grandi sur les ruines d'aînées malchanceuses. Une revue rapide de ces Institutions et de leurs travaux montrera la grandeur de la tâche scientifique réalisée dans notre colonie d'Extrême-Orient.

Il est juste de commencer par le *Service Géographique*, car sur son œuvre fondamentale s'appuient toutes les autres. La carte est ici comme partout la base très sûre et l'instrument de presque toutes les conquêtes scientifiques. Le Service Géographique de l'Indochine a été créé en 1899, pour reviser et poursuivre avec plus de méthode les travaux accomplis déjà par les fonctionnaires du Cadastre et par les officiers du Bureau Topographique. Organisme militaire, dirigé par un officier supérieur, il dépend cependant directement depuis 1926 du Gouvernement Général. Sa tâche essentielle est la confection de cartes régulières à grande échelle. La carte au 100.000e régulier s'étendra bientôt sur la moitié de la superficie du pays qui, rappelons-le, est égale à une fois 1/3 environ celle de la France ; 106 feuilles ont paru sur 244 prévues. Toutes les plaines maritimes, depuis les bouches du Mékong jusqu'à la frontière chinoise, la plus grande partie du Tonkin et du bassin cambodgien du Tonlé-Sap, quelques districts du Laos, sont dès maintenant couverts par cette belle cartes en courbes de niveau à l'équidistance de 25 mètres, héliogravée en 9 couleurs dans les ateliers mêmes du service, à Hanoï. En outre, les deltas du Tonkin et de l'Annam et la région orientale et centrale de la Cochinchine ont fait l'objet d'une carte au 25.000e, continuée avec la collaboration de l'avion, et indispensable en particulier pour les travaux d'hydraulique agricole. De ces productions sont tirées les feuilles à échelle réduite, et, en particulier la belle carte au 1.000.000e établie selon les directives de la Commission Internationale. En 1930, le Budget

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Général de l'Indochine a consacré environ 8 millions de francs au Service Géographique ; il est en effet indispensable que l'activité dont il n'a cessé de faire preuve jusqu'ici ne se ralentisse pas.

Le *Service Géologique* est un de ceux pour lesquels l'utilité des cartes est la plus évidente. Il est rattaché, en Indochine comme dans beaucoup d'autres pays, à la Direction des Mines, mais conserve cependant une assez grande liberté. Son Bulletin et ses Mémoires, qui paraissent depuis 1912, contiennent déjà un grand nombre d'études, remarquablement éditées, et dont beaucoup sont excellentes. Grâce aux travaux de MM. Jacob, Dussault, Patte, Bourret, Fromaget, etc..., la géologie du Tonkin et du Nord Annam commence à être bien connue : de jeunes savants se sont attaqués récemment à l'Indochine méridionale. M. Mansuy et Mlle Colani se sont particulièrement signalés par leurs études de paléontologie et de préhistoire. Le Service rencontre actuellement quelques difficultés pour le recrutement de ses membres ; il importe cependant beaucoup à la Colonie que son programme se réalise rapidement, et il faut signaler ici aux jeunes géologues quel magnifique champ de découvertes l'Indochine offre à leur ardeur. Actuellement, bien rares encore sont les cartes au 100.000e somptueusement bigarrées, comme le 80.000e français, par la diversité des strates. Le Service Géologique a entrepris la confection d'une carte géologique au 500.000e qui ne demande pas de reconnaissances aussi minutieuses et rendra néanmoins de grands services. Les feuilles de Hanoï et de Vinh (Nord-Annam) ont déjà paru. Indiquons ici, pour les lecteurs, qui veulent une synthèse claire de la géologie de l'Indochine, l'article de M. Blondel, dernier Directeur du Service (Etat de nos connaissances en 1929 sur la Géologie de l'Indochine) qui peut être illustré par la carte très commode au 4.000.000e contenue dans l'Atlas du Service Géographique (Edition 1928).

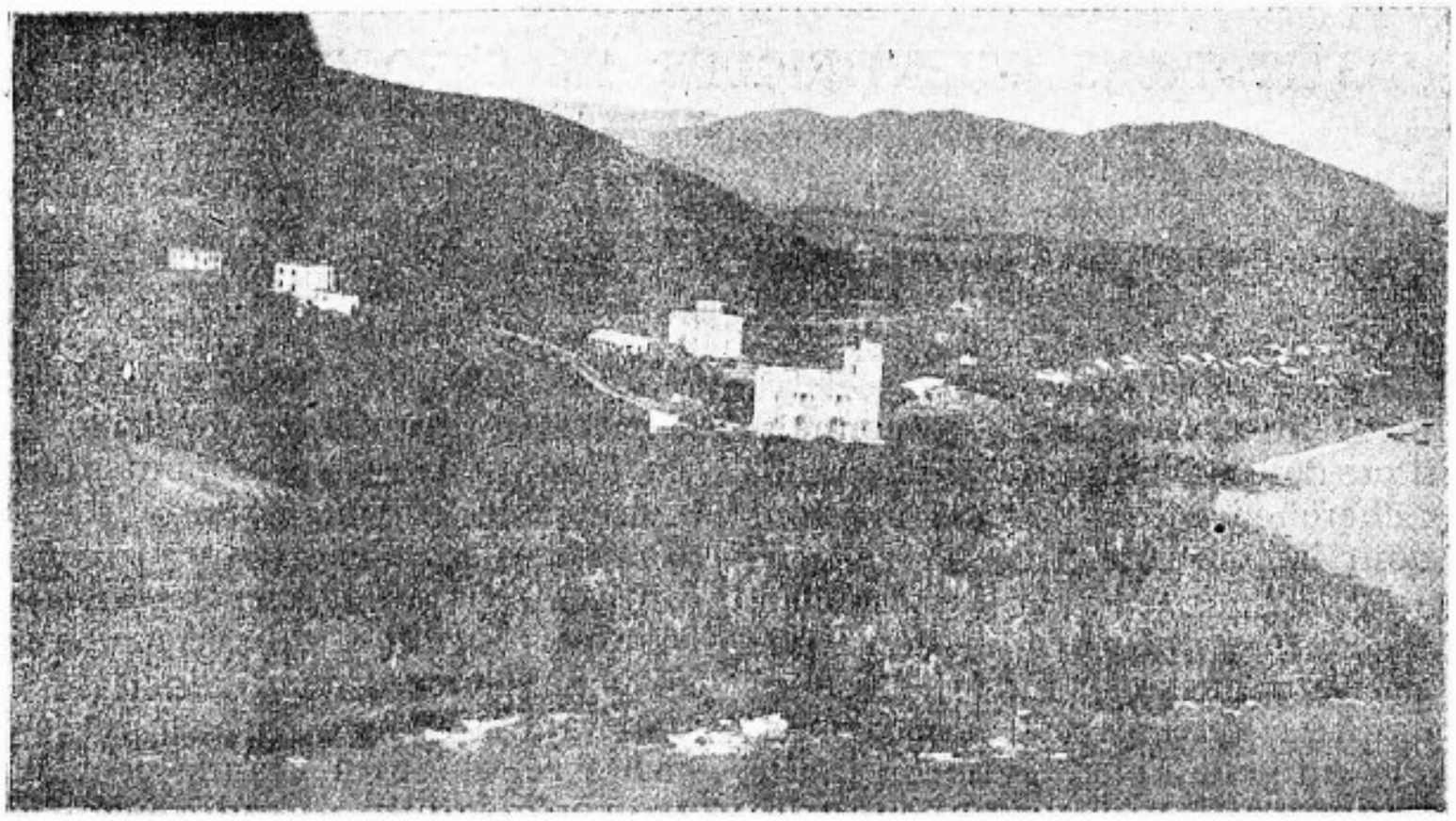


Fig. 1. — Nhutrang. Institut océanographique.

Personne ne saurait nier non plus l'intérêt théorique et pratique qui s'attache à l'œuvre du *Service Météorologique* dont le centre est l'Observatoire de Phu-Lien, à côté de Haïphong (Tonkin). Il a été créé en 1902 par le Gouverneur général Paul Doumer, sur la proposition de M. Capus, alors Directeur de l'Agriculture et du Commerce. Dirigé pendant vingt ans par M. G. Le Cadet, il a fourni grâce aux travaux de ce savant distingué des données très précieuses sur le climat de l'Indochine et sur la formation des typhons. Il a été réorganisé et développé en 1926, sous l'impulsion de M. Yves Henry. Les stations météorologiques, climatologiques ou simplement pluviométriques, dont le nombre était encore insuffisant, ont été multipliées et permettront d'atteindre dans quelques années à une connaissance précise des climats locaux, même dans l'arrière pays ; on comptait déjà, à la fin de 1930, 97 stations climatologiques et 294 stations pluviométriques, dont certaines confiées à la vigilance des colons.

En 1929, MM. Bruzon et Carton, reprenant un essai de M. le Cadet, ont pu dresser, sur des moyennes de 20 ans, les cartes pluviométriques annuelles et mensuelles de l'Indochine française (insérées dans l'Atlas du Service Géographique). Chaque mois paraît un Bulletin donnant les chiffres essentiels. L'Observatoire de Phu-Lien comporte un bureau spécial de Climatologie et Météorologie agricole, fort bien outillé pour

l'étude du temps, il est en outre chargé du contrôle séismologique et aussi de la détermination de l'heure ; il émettra bientôt des signaux horaires rythmés qui pourront être enregistrés à Paris. Mais l'un de ses rôles principaux est l'organisation parfaite du service des avertissements en cas de typhons, car ceux-ci sévissent très fréquemment sur les côtes de la mer de Chine, et leur évolution peut être généralement prévue d'une façon assez précise d'après les observations, transmises par voie radiotélégraphique, des stations étrangères, en particulier de Hong Kong, des Philippines et du Japon.

Le *Service Océanographique* de l'Indochine, n'a été créé effectivement qu'en 1924. Il est installé à Cau-Da, près de Nha-Trang, dans un

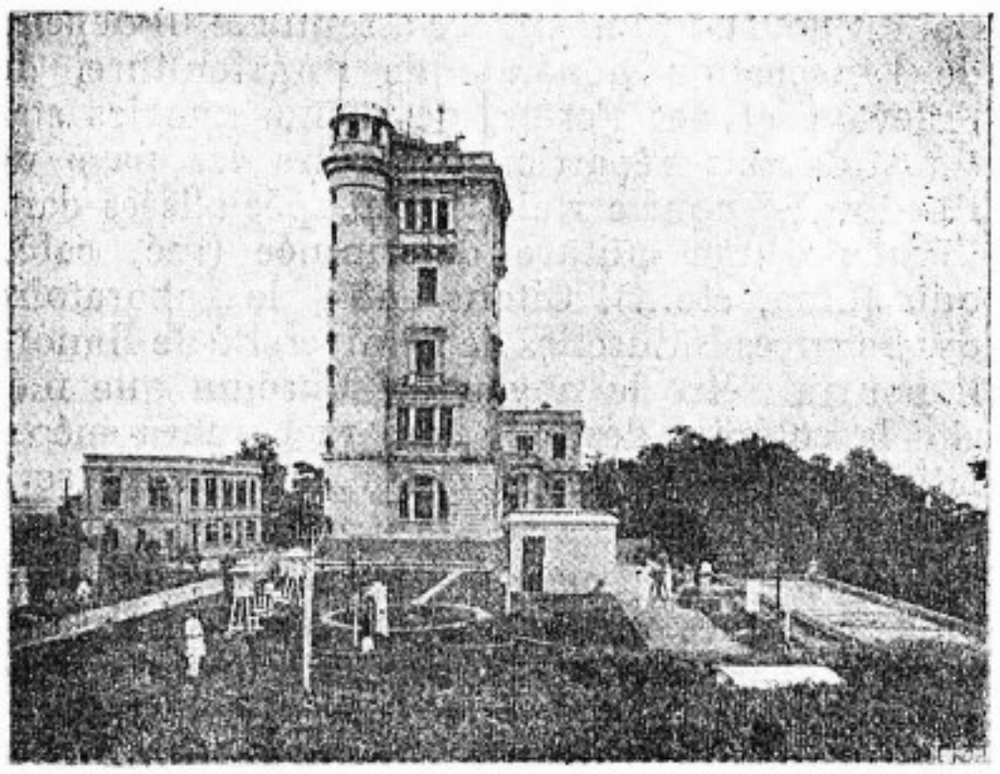


Fig. 2. — Observatoire de Phu-Lien.

site fort propice à ses études. C'est le dernier né des grands établissements de recherches scientifiques et les résultats qu'il a déjà atteints, sous la direction de M. Krempf, démontrent assez la nécessité de cette institution et l'intérêt qu'il y aura à la doter de moyens de plus en plus puissants. Dans aucun autre domaine, en effet, n'apparaissent avec plus d'évidence les conséquences pratiques d'études en apparence purement spéculatives. C'est ainsi que M. Chevey, un des collaborateurs les plus distingués de M. Krempf, s'appliquant à déterminer les migrations des poissons, dont la connaissance est indispensable pour l'organisation rationnelle de la pêche, a étendu aux mers indochinoises, une nouvelle méthode d'investigation par l'examen des zones de croissance des écailles ; M. de Davydoff poursuit des études fructueuses sur le plankton. Les observations de l'Institut Océanographique conduisent à des conclusions pratiques clairement exposées par M. Krempf : les eaux marines de l'Indochine sont relativement pauvres, et on ne pourra songer à entreprendre le chalutage à vapeur que dans la bande littorale avoisinant les bouches du Mékong. Par contre, le Tonlé Sap, le Grand Lac du Cambodge, résidu d'un ancien golfe marin, nourrit une densité de vie animale véritablement exceptionnelle, grâce à ce renversement annuel des courants qui le singularise, et à la présence, sur ses rives, d'une large bande brisée envahie par l'inondation périodique et offrant alors aux poissons une nourriture abondante. Le Service Océanographique a aussi publié des études d'un grand intérêt social sur le mode d'élaboration des saumures locales, et il s'attache à mettre au point la fabrication d'une farine de poisson qui permettra la conservation de tous les produits de la pêche et offrira un aliment sain et économique aux indigènes sous-alimentés. L'importance de ces résultats a été consacrée par le décret du 7 décembre 1929 qui accorde, avec la personnalité civile, l'autonomie financière à l'Institut de Cau Da ; une subvention annuelle de 2.200.000 francs lui a été attribuée.

Cette indépendance administrative et financière permettant l'élaboration de vastes programmes, assurant la continuité de leur réali-

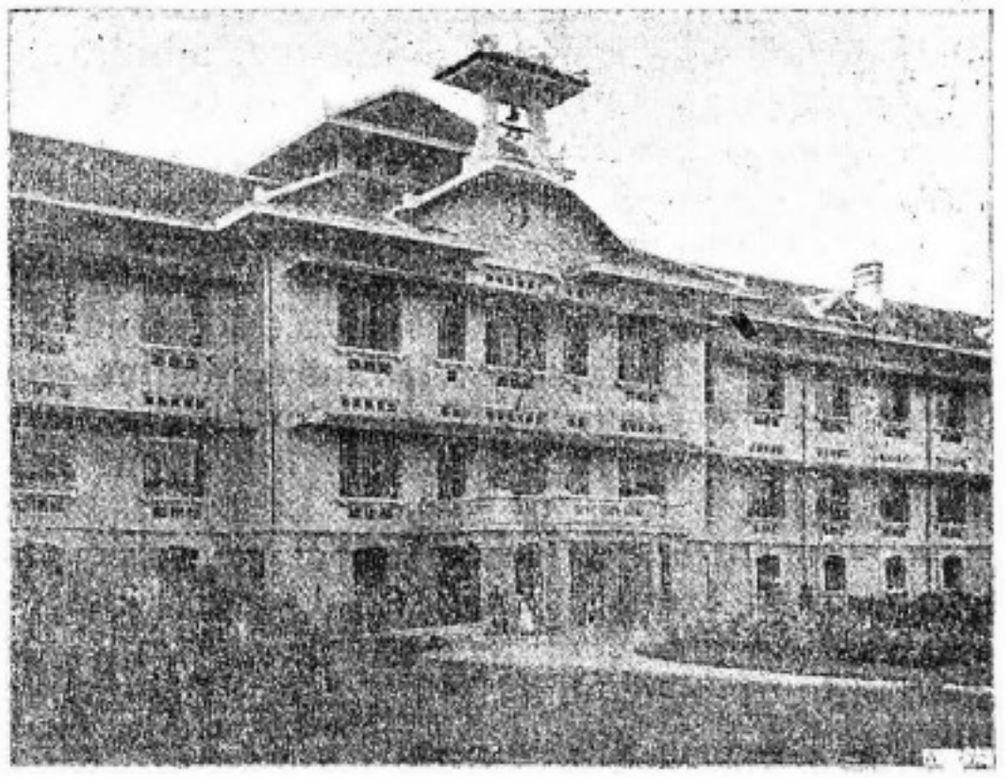


Fig. 3. — Hanoï. Institut Pasteur.

sation, mettant les savants à l'abri d'influences changeantes, est éminemment favorable à la prospérité et au rendement des institutions scientifiques. *L'Ecole française* d'Extrême-Orient en est une preuve éclatante, et ce fait a été souligné avec force devant l'Institut par M. Alfred Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Cette Ecole a été fondée, à l'image des Ecoles françaises d'Athènes et de Rome, par M. Paul Doumer, alors Gouverneur Général de l'Indochine en 1898. Elle est chargée essentiellement de « travailler à l'exploration archéologique et philologique de la presqu'île indochinoise, et de contribuer à l'étude érudite des

nations voisines. Les membres sont nommés par le Gouverneur Général, mais celui-ci accepte toujours en fait les propositions de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, qui a le contrôle scientifique de l'Institution. L'Ecole française, qui jouit de la personnalité civile depuis 1921, a son budget fixé pour une durée de 5 ans. Elle a réuni des collaborateurs éminents dont les travaux ont été presque tous exposés dans un Bulletin paraissant depuis 1901 ou dans des publications spéciales : MM. Foucher, Pelliot, Finot, Huber, Maspéro, Cœdès, Péri, Parmentier, etc... Elle a même accueilli, occasionnellement, des chercheurs relevant d'autres disciplines que celles énumérées par ses statuts, des géographes par exemple. Il est impossible de résumer son œuvre considérable dans un aussi bref article. Rappelons seulement qu'on lui doit presque tout ce que nous connaissons de cette civilisation cham de type indien, qui prospérait sur les côtes orientales de l'Indochine avant l'expansion anamite. C'est l'Ecole française qui assume la conservation des monuments historiques et son effort principal a porté sur le groupe d'Angkor, rétrocédé par le Siam en 1907, et dont le dégagement et l'étude se poursuivent méthodiquement. Elle est installée à Hanoï, où elle a formé une riche bibliothèque, admirable instrument de travail, et réuni des collections archéologiques qui vont trouver, dans un musée bientôt achevé, un abri digne d'elles. Elle dirige ou contrôle les autres musées archéologique de l'Indochine, en particulier ce charmant musée cham de Tourane, les musées de Huê, de Saïgon et de Pnom Penh. Il faut souhaiter que les crédits nécessaires au développement harmonieux de cette institution ne lui seront pas marchandés.

Les *Instituts Pasteur* d'Indochine, créés à Saïgon, Nha Trang et Hanoï sont aussi à classer parmi les grands établissements scientifiques de la colonie. Ils dépendent de l'Institut Pasteur de Paris et leur activité sera exposée en détail dans un autre article de cette revue. Rappelons seulement les services éminents qu'ils rendent par la préparation des vaccins divers (environ 7 millions de doses de vaccin anticholérique ont été distribués en 1929) et par l'étude des moustiques transmetteurs du paludisme. Aux Instituts sont annexées des stations de biologie végétale, qui essayent en particulier de fixer les conditions de culture en Indochine du quinquina, jusqu'ici monopole des Indes néerlandaises.

Cette énumération est loin d'épuiser la liste des organismes qui contribuent au progrès des diverses disciplines. On déplorera cependant l'absence d'une institution chargée de diriger l'inventaire géologique et botanique de l'Indochine, et de constituer un Musée d'histoire naturelle. M. Doumer avait bien fondé en 1902 une mission d'exploration scientifique qui publia quelques travaux, surtout d'ornithologie. Mais cette Mission dite « permanente » ne fonctionna en réalité que 3 ans de 1905 à 1908. En 1918 fut créé, pour reprendre la tâche interrompue, l'Institut Scientifique, dont on confia la direction à un botaniste éminent, M. Auguste Chevalier. Mais l'Institut fut supprimé en 1925, et depuis, les recherches qu'il devait poursuivre sont réparties entre de nombreux services et laboratoires, qui ont chacun leur utilité, mais qui ne répondent pas à l'importance et à tous les besoins de la colonie. En fait, c'est l'Institut des Recherches Agronomiques qui a pris la place, en 1925, de l'Institut Scientifique ; comme l'indique son nom, il est orienté vers les études d'application pratique immédiate, et n'est pas outillé pour conduire rapidement cet inventaire méthodique de la faune et de la flore qui est pourtant une œuvre essentielle. Il dépend de l'Inspection générale de l'Agriculture, de l'Elevage et des Forêts, de même que les stations d'essais réparties à travers les pays de l'Union, et dont certaines sont spécialisées dans l'étude d'une culture déterminée (thé, café, quinquina, etc...). Citons enfin, le Laboratoire des Sciences Naturelles de l'Université de Hanoï ; il pourrait être le noyau du Muséum que mérite la colonie, destiné à ces recherches spéculatives qui en fait s'avèrent si fructueuses souvent.

Ayons garde d'oublier, dans cette revue rapide, certaines institutions privées, réunissant, à l'image de nos sociétés scientifiques provinciales, des compétences souvent indiscutables ; faisant appel à toutes les bonnes volontés, elles ont suscité parfois des travaux très intéressants, telles la Société des Etudes Indochinoises de Saïgon, la Société de Géographie de Hanoï, et surtout la Société des Amis du Vieux Huê, dont l'animateur est le Père Cadière, et dont le Bulletin, édité avec goût, apporte une contribution importante à l'étude de la civilisation et de l'art annamites.

Les recherches scientifiques et particulièrement les travaux historiques sont aujourd'hui facilités en Indochine par l'activité du Service des Archives et des Bibliothèques, confié à des chartistes distingués. Les documents jusqu'alors dispersés et que le insectes menaçaient d'une destruction totale sont réunis aujourd'hui à Hanoï dans un bâtiment clair, aéré, parfaitement adapté à sa destination.

En somme, après une période inévitable de tâtonnements et d'essais, l'Indochine française présente aujourd'hui un bel ensemble de laboratoires et d'institutions scientifiques. Les dernières lacunes de cette organisation seront comblées lorsque les efforts des naturalistes seront assurés de la coordination et de la continuité qui leur manquent encore. Au dernier Congrès pan-pacifique, qui s'est tenu à Batavia, l'Indo-

chine française a été représentée par plusieurs savants dont les communications ont été remarquées : cette contribution doit être de plus en plus étendue, car elle est une des meilleures justifications de notre présence sur cette terre d'Extrême-Orient.

LA PHYSIQUE DU GLOBE DANS LES COLONIES FRANÇAISES

par Henry HUBERT

Inspecteur général du Service météorologique colonial
Conseiller technique du Ministère des Colonies

Au début de cet article, il n'est peut-être pas inutile de rappeler que la plupart des disciplines que réunit aujourd'hui la Physique du Globe n'ont pris une individualité propre qu'au cours du siècle dernier. Les ouvrages didactiques qui abordent de tels sujets sont encore rares et ils ne traitent souvent que d'une seule science : météorologie, séismologie, océanographie, etc...

Ainsi la Physique du Globe apparaît comme un groupement très nouveau, un peu artificiel parfois, de connaissances très diverses. Si l'on ajoute que les applications pratiques de ces dernières restent encore limitées, on s'expliquera que ce groupement n'ait acquis que fort tard droit de cité aux colonies et qu'il ait eu quelque difficulté à s'y acclimater.

Si, parmi les plus anciennes manifestations de la Physique du Globe aux colonies, on trouve bien par exemple, à la fin du XVIII[e] siècle, dans l'ouvrage de Mungo-Park, une carte de la déclinaison pour l'ensemble de l'Afrique (1), il s'agit là d'un document exceptionnel qui n'est d'ailleurs satisfaisant que pour les parties océaniques, les seules pour lesquelles il ait été réellement étudié. Il faut arriver beaucoup plus près de nous pour voir entreprises dans nos possessions des études géophysiques précises. Elles sont dues d'abord à des initiatives privées. L'activité officielle est plus lente : les services météorologiques locaux ne se sont guère créés qu'aux environs de 1900 ; ils restent longtemps embryonnaires et certains seulement, dans ces dernières années (celui de l'Indochine et celui de l'Afrique Occidentale notamment), étaient parvenus, grâce à l'ingéniosité et à l'ardeur de leurs dirigeants, à faire figure honorable dans le monde.

Ce n'est que depuis un temps très court (deux ou trois ans seulement) qu'il a paru possible de faire de la Physique du Globe l'objet d'études systématiques dirigées aux colonies suivant un plan général établi à l'avance. Et pour le moment, on est en pleine organisation. Il s'en faut d'ailleurs que celle-ci soit simple.

Sans qu'il soit nécessaire de s'étendre sur ce point, il suffira de rappeler que dans une publication spéciale, le Ministre des Colonies a cru devoir exalter tout dernièrement la nécessité du travail scientifique dans nos territoires d'outre-mer, seul élément de progrès (1). Puisqu'on en est là cela prouve assez que dans la plupart de nos possessions, on manque encore de ce qu'on pourrait appeler la tradition scientifique. Cette tradition va vraisemblablement pouvoir s'établir assez vite, au moins pour les services de Physique du Globe, parce que ceux-ci ont maintenant un statut stable, fixé par décret.

Il ne suffit pas toutefois que la pérennité de ces services soit assurée, il faut aussi qu'ils ne végètent pas, qu'ils puissent se développer normalement, qu'on puisse leur fournir les crédits qui leur sont nécessaires.

Or, les colonies, qui sont obligées de pourvoir à toutes leurs dépenses, ne sont pas riches. Si leurs budgets sont bien équilibrés, cela est surtout dû à ce qu'elles sont prodigieusement économes, car leurs recettes sont maigres. Elles se privent beaucoup, et, bien entendu, leurs privations portent assez facilement sur tout ce qui est scientifique.

Aux difficultés de fonctionnement, à celles relatives au recrutement du personnel scientifique (que les facultés forment en petite quantité) s'en ajoutent d'autres encore. Et, si l'on peut les mentionner maintenant, c'est parce qu'on a toutes les raisons de les voir s'aplanir. L'appui des pouvoirs publics est acquis ; les encouragements les plus précieux des corps savants et des personnalités scientifiques se multiplient ;

(1) J. Castéra. *Voyage dans l'intérieur de l'Afrique...*, par M. Mungo Park. Paris, an VIII, p. 212. Cette carte est accompagnée d'une théorie sur « la variation de l'aimant » entre « les Indes orientales et l'Amérique méridionale, et entre l'Europe et l'Afrique méridionale ».

(1) F. Piétri : *L'appel de la France extérieure*, page de garde.

enfin, dans les colonies, les résistances coutumières cèdent l'une après l'autre : on ne s'adresse jamais en vain au bon sens, à la haute conscience, aux sentiments élevés des chefs de nos possessions.

Comme programme, on sait exactement ce que l'on veut. Développer, le plus vite possible, la somme des connaissanves déjà acquises dans le domaine de la Physique du Globe, et, en même temps, tout de suite, passer aux applications pratiques possibles. Ce sont de ces dernières que nos territoires d'outre-mer ont besoin : tout le monde est d'accord là-dessus, mais il faut se rendre compte (et il faut le dire) que ces applications ne peuvent être réalisées qu'à la suite de recherches de science pure, poursuivies sur place. On risquerait d'entraver tout progrès si l'on ne voulait que l'utilité immédiate.

Bien entendu, il ne saurait être question de prétendre développer, sur le même plan, et en même temps, toutes les parties des Services de Physique du Globe. Chaque colonie a des besoins étendus et des moyens limités. Il faut, dans chaque cas, parer au plus pressé, c'est-à-dire à ce qui paraît le plus propre à favoriser les applications pratiques.

C'est naturellement vers une réorganisation des réseaux de *météorologie* que se sont concentrés les premiers efforts. Cela se comprend d'autant mieux qu'il est nécessaire de favoriser le développement de l'aviation dans nos territoires d'outre-mer ; de fournir à différentes institutions des données de climatologie de plus en plus précises ; de multiplier pour tous les avertissements de cyclones et de grains, etc...

Sans entrer dans des détails qui paraîtraient pour le moins superflus, on peut signaler ici que, pour l'année 1931, dans les seuls gouvernements généraux de l'Indochine, de l'A. O. F., de l'A. E. F. et de Madagascar, on a prévu le fonctionnement de 27 stations principales (où sont faites toutes observations à terre et sondages aérologiques), de 124 stations de 1er ordre (toutes observations à terre) et de 532 stations de 2e ordre (observations réduites à terre).

Le second stade, du moins au point de vue de la dotation en matériel, a été réservé à la *séismologie*, parce que le réseau colonial est susceptible d'apporter, avec une documentation scientifique importante, une contribution de premier ordre à la localisation rapide de l'épicentre des tremblements de terre. A ce problème est liée comme on sait, l'organisation des secours dans les pays dévastés : la recherche scientifique aboutit ainsi à une œuvre humanitaire.

Ce réseau séismologique colonial, qui vient s'ajouter à celui de la métropole et à nos trois établissements méditerranéens (Alger, Tunis, Beyrouth) doit comprendre, dès cette année, les stations de Dakar (Sénégal), Lomé (Togo), Tananarive (Madagascar), Fort-de-France (Martinique), Phu-Lien (Indochine), Papeete (Océanie) et peut-être Nouméa (Nouvelle-Calédonie) : sept points de la zone tropicale répartis tout autour de la Terre.

Le troisième stade d'organisation des services de Physique du Globe est réservé au réseau de *magnétisme terrestre*. Outre l'étude générale des variations des éléments magnétiques sur le globe, on doit parvenir à réunir ainsi une documentation locale pouvant être exploitée pour des fins pratiques (établissements de cartes notamment). Il existe déjà une station à l'observatoire privé de Tananarive. Trois autres stations seront établies prochainement à Dakar, à Phu-Lien et au Morne-des-Cadets (Martinique). Le réseau se complètera progressivement par la suite.

Les recherches *d'océanographie physique*, malgré leur indéniable portée pratique, ont été un peu délaissées jusqu'à présent : on est forcément obligé de se limiter. Le premier objectif est l'étude des houles et des raz de marée. Une commission internationale chargée de ce travail s'organise actuellement. Elle cherche surtout à grouper une documentation abondante. Les colonies, qui sont directement intéressées à ces recherches, fournissent déjà à cette commission un certain nombre de renseignements. Elles pourront transmettre bientôt des diagrammes d'appareils enregistreurs.

En dehors des marégraphes de type courant utilisés dans un certain nombre de ports, on va placer prochainement deux enregistreurs de la houle, l'un au Togo, l'autre à la Martinique. Ce sont deux premiers essais. Lorsque ces appareils seront bien au point, une généralisation de leur emploi pourra être tentée. Les premiers résultats pratiques escomptés sont relatifs à la prévision de la houle et à l'avertissement des marées de tempêtes et des cyclones.

La *volcanologie* a évidemment un champ d'action assez restreint aux colonies puisque seuls y sont encore actifs les volcans de la Montagne Pelée (Martinique), de la Grande Comore, de la Réunion et de l'île d'Ambryn (Nouvelles-Hébrides).

Si ce dernier est susceptible de causer de très graves soucis aux indigènes qui habitent dans son voisinage, seul le volcan de la Montagne Pelée paraît réellement dangereux : la catastrophe qui, en 1902, détruisit en quelques minutes la ville de Saint-Pierre et fit périr ses 28.000 habitants, en est la preuve.

Il y a 18 mois encore, le volcan était devenu si menaçant qu'il fallut faire évacuer une partie de l'île, mesure qui provoqua de nombreuses réclamations, mais qui eut les effets les plus sa-

lutaires, puisqu'on n'eut aucun accident de personne à déplorer.

L'organisation de la protection contre les éruptions de la Montagne Pelée est d'autant plus délicate qu'au cours de celles-ci se produisent des « nuées ardentes ». On sait qu'on a donné ce nom (1) à des émissions gazeuses (surtout constituées par de la vapeur d'eau, portée à une température de plusieurs centaines de degrés) qui se développent sur plusieurs kilomètres de longueur et de hauteur et qui s'écoulent, le long des pentes, vers la mer, à la sortie du volcan, à une vitesse qui peut dépasser 100 mètres à la seconde. Ce sont de véritables projectiles monstres qui enflamment toutes les matières combustibles à leur passage. Toute protection contre ces « nuées » est illusoire dès qu'elles sont déclenchées. Pour s'en préserver, il faut donc prévoir assez longtemps à l'avance le moment où elles se produiront. Jusqu'à présent aucun moyen précis n'a été utilisé dans ce but, mais on pense déterminer les variations d'activité interne du volcan en tirant parti de procédés géophysiques : variations des courants telluriques, du magnétisme terrestre, vibrations mécaniques, variations thermiques, modifications thermiques, modifications dans les caractères physiques et chimiques des fumerolles, etc...

C'est sur ces données qu'on établit actuellement à la Martinique un observatoire de volcanologie qui sera sans doute le plus important du monde pour sa dotation en matériel et pour la variété des procédés d'investigation. Il doit commencer à fonctionner au cours de la présente année.

L'*hydrologie scientifique* est la dernière des sciences géophysiques dont on ait à parler dans cet article. En France, elle échappe aux investigations des services de Physique du Globe proprement dits. Aux colonies, elle a été abordée, surtout au point de vue pratique, par divers services (Travaux publics, géologie, irrigations, forces hydrauliques, etc.). Elle présente une importance capitale pour la plupart de nos possessions et la nécessité apparaîtra sans doute bientôt de ne plus la traiter d'une façon fragmentaire, au fur et à mesure des besoins les plus urgents, mais de constituer une doctrine, d'établir une tradition, de recueillir une documentation, et de poursuivre des recherches d'ensemble.

Le Ministère des Colonies, en liaison avec la section spécialisée de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale, suit attentivement tous les problèmes importants se rattachant à l'hydrologie scientifique. Parmi ceux qui s'accordent le plus avec les préoccupations des services de Physique du Globe figurent la recherche des eaux souterraines par les méthodes géophysiques. La Commission coloniale d'Hydrologie scientifique, dont le président est M. Diénert, a encouragé et suivi des expériences qui ont été entreprises en Algérie à ce sujet. Il est espéré que les conclusions de cette Commission pourront être publiées incessamment.

Ce n'est pas seulement dans la recherche des eaux souterraines, mais aussi dans celle de toutes les substances minérales utiles que les services de Physique du Globe seront appelés à apporter leur collaboration. Non pas qu'il paraisse désirable de demander à ces services d'intervenir directement dans la pratique de la *prospection géophysique*. Mais je crois qu'eux seuls peuvent fournir sur place à la fois la documentation désirable, soit pour la détermination des valeurs absolues, soit pour le contrôle ou l'expertise. Il est probable qu'à ce seul point de vue les services de Physique du Globe auront sous peu beaucoup de travail.

L'organisation en cours ne serait pas complète si l'on ne notait pas que ces services ont l'obligation, aux colonies, de se tenir automatiquement en liaison avec tous les organismes locaux qui peuvent avoir besoin d'eux et avec lesquels ils peuvent avantageusement échanger de la documentation. De même la liaison est assurée d'une façon permanente, par le Ministère, avec les services de la métropole ou des pays étrangers.

Enfin, le Ministre a créé un Conseil consultatif et de perfectionnement des Services de Physique du Globe des Colonies. Ce Conseil, qui suit attentivement l'évolution de ces organismes, examine les rapports et propositions émanant de nos possessions ; il donne son avis sur les résultats obtenus et les progrès à réaliser. Son président actuel est M. A. Lacroix, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences.

(1) A. Lacroix. *Sur les principaux résultats de la mission de la Martinique. C. R. Ac. Sc.* 1903, T. CXXXVI, pp. 871-876.

LES ETUDES GEOLOGIQUES A MADAGASCAR ET LEUR CONTRIBUTION AU DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE DE LA COLONIE

par Henri BESAIRIE
Ingénieur-Docteur
Géologue de la Direction des Mines à Tananarive

La Géologie joue un rôle considérable dans le développement économique d'un pays neuf. Je veux essayer de montrer ici, dans cet ordre d'idées, ce qui a été fait jusqu'à présent à Madagascar et ce que l'on peut faire encore.

Sauf de rares exceptions, les années d'avant-guerre n'ont pas vu une progression régulière de la géologie malgache. Mais de très nombreux naturalistes se sont passionnés pour l'exploration de notre grande île et ont réuni des documents scientifiques de haute valeur. Après des précurseurs comme Grandidier, E. Gauthier, à

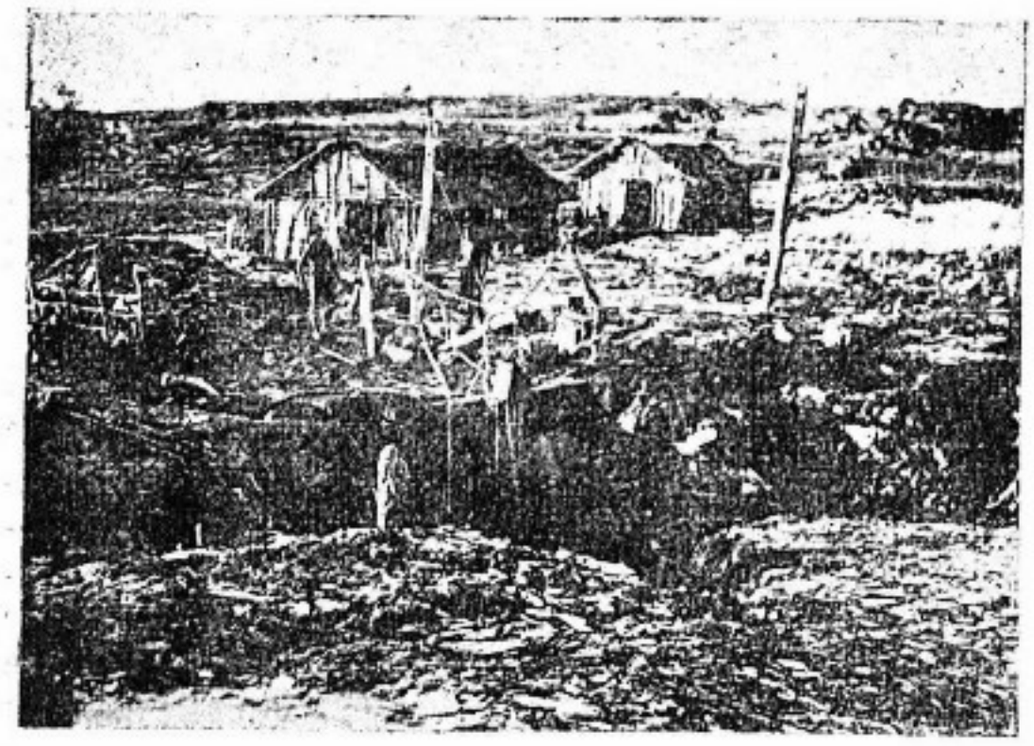


Fig. 1. — Exploitation d'une poche de phlogopsite (Ilazofotsy).

qui l'on doit les premiers essais de cartes géologiques, il faut citer Baron, Mouneyre, Vuillaume, Colcanap, Perrier de la Bathie. Les matériaux récoltés ont été rassemblés au Muséum d'Histoire Naturelle. M. A. Lacroix étudia personnellement les minéraux et les roches ; il fit même un voyage d'exploration dans la colonie et publia en 1922 et 1923 le résultat de ses travaux dans la magnifique « Minéralogie de Madagascar ». Grâce à cet ouvrage, Madagascar est devenu l'un des pays dont la minéralogie est la mieux connue et où la pétrographie se trouve portée à un haut degré de précision. Les fossiles furent étudiés sous la direction éclairée de M. M. Boule et, depuis 1906, paraissent régulièrement, sous le titre « Paléontologie de Madagascar », des mémoires qui forment une base scientifique de premier ordre aux recherches détaillées sur le terrain.

Les explorations bénévoles qui se poursuivaient sous le contrôle scientifique du Muséum ont eu des résultats pratiques importants. Je ne citerai ici que la découverte du charbon. Vers la fin de 1907, Colcanap découvrit, dans la vallée de la Sakamena, des plaquettes de schistes présentant des empreintes de Reptiles et une feuille de *Glossopteris*. M. Boule étudia ces fossiles qui lui montrèrent les analogies des formations de la Sakamena avec les terrains houillers de l'Afrique australe. Il conseilla aussitôt à Colcanap

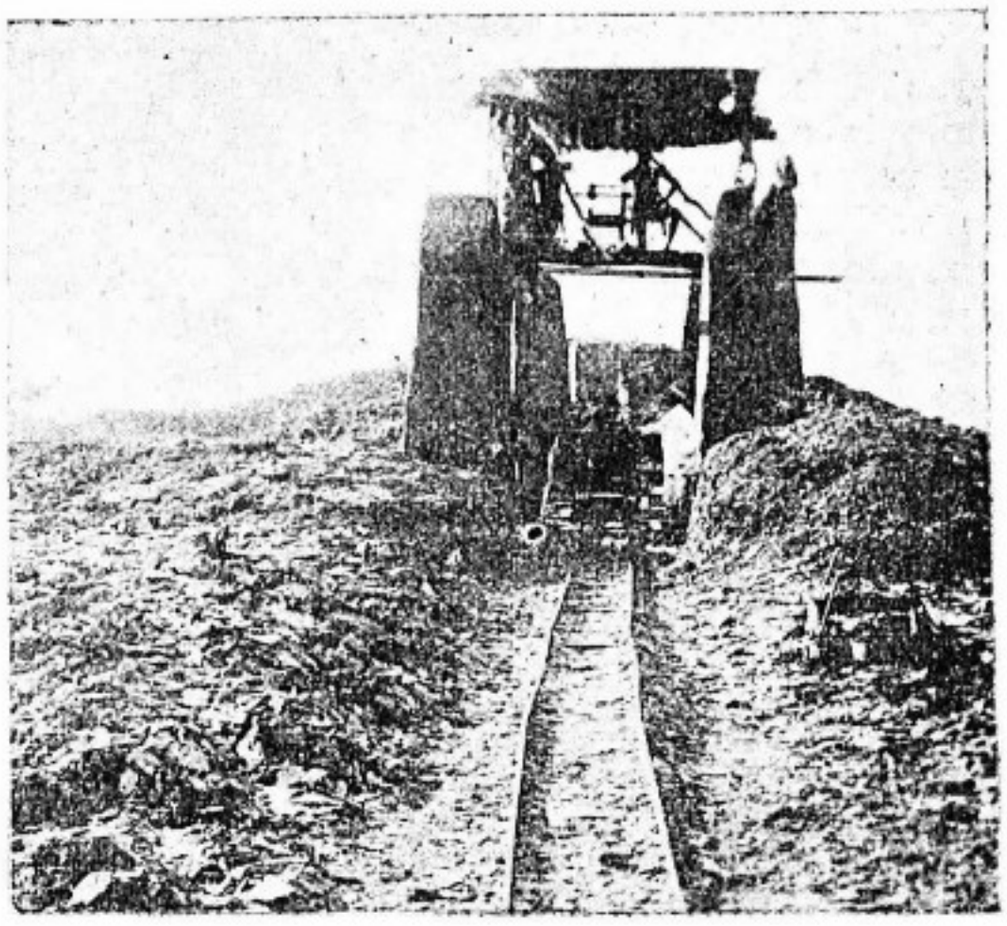


Fig. 2. — Puits d'extraction d'une poche de mica-phlogopsite (Benato). La phlogopsite se présente en amas de cristaux dans des poches ou dans des filons toujours localisés dans des pyroxénites. La poche exploitée ici a plusieurs dizaines de mètres de puissance.

d'entreprendre des recherches de charbon et, dès 1908, le bassin charbonnier du Tanapera et du bas-Imaloto était découvert. Il fallut ensuite de nombreuses années pour faire reconnaître sa valeur économique.

Les quelques travaux de géologie régulière de

la période d'avant-guerre ont eu presque toujours un but bien déterminé d'application à la prospection de gîtes miniers. Quelques années après la conquête, Galliéni chargeait Vuillaume de rechercher la houille dans le Nord-Ouest. Les résultats pratiques furent nuls mais, par contre, des conclusions scientifiques très intéressantes furent obtenues. Vuillaume a, d'ailleurs, d'autres titres de gloire à la reconnaissance des géologues. Après les explorations de M. A. Lacroix dans la presqu'île d'Ampasindava, ce fut lui qui continua les récoltes de roches et ses envois réguliers permirent au grand maître de la pétrographie française de faire connaître cette très spéciale « *province d'Ampasindava* » avec tout le cortège de ses roches alcalines.

C'est à M. P. Lemoine qu'on doit le premier travail d'ensemble sur la géologie de Madagascar. Dans son ouvrage fondamental publié en

Fig. 3. — Le coupage et la préparation du mica-phlogopsite (Benato). Le mica brut est clivé en plaques d'épaisseur convenable et coupé d'une manière régulière sans angles rentrants.

1906 « Etudes géologiques dans le Nord de Madagascar » il donna une étude très détaillée avec de précieuses considérations de géologie appliquée et un premier essai de synthèse de nos connaissances sur l'Océan Indien.

Après une grande tournée dans l'Ouest de l'île, M. Merle fit connaître, d'une manière précise, les grands gisements de grès bitumineux de la région de Morafenobe.

Quelques années après la guerre, J. Giraud effectua deux voyages à Madagascar. Il réunit une documentation considérable, dont la plus grande partie n'a malheureusement pas été publiée. Ses rapports inédits fourmillent d'observations. Ce fut lui qui, le premier, soupçonna la grande extension du bassin charbonnier. Il donna de judicieux conseils pour l'amélioration de l'alimentation en eau des régions désertiques du Sud.

Durant la guerre, les besoins de la défense nationale firent redoubler d'activité la recherche de certains produits. C'est surtout à ce moment que s'intensifièrent les découvertes de graphite et surtout de mica.

Quelques années plus tard, on reconnut enfin la nécessité d'effectuer des travaux géologiques réguliers et suivis. Sous l'impulsion hardie que M. L. Dumas sut communiquer au Service des Mines, les recherches s'organisèrent. La question du pétrole était alors à l'ordre du jour. En 1923, MM. L. Bertrand et L. Jolcaud établirent

Fig. 4. — Entrée d'une descenderie dans une couche de charbon, sur la rivière Andemby (Sakoa). On voit ici deux couches inférieures attaquées par la descenderie et surmontées d'un toit de grès lui-même recouvert par une deuxième couche de charbon. Le charbon est toujours altéré aux affleurements.

les grandes lignes de la géologie de l'Ouest et fixèrent le programme des recherches de pétrole. En 1924 et en 1926, L. Barrabé poursuivit ces études qui aboutirent à la découverte de l'anticlinal d'Andrafiavelo. Dès 1925, un bureau géologique était créé dans le cadre du Service des Mines et les géologues se mettaient immédiatement à lever des cartes géologiques.

Le bureau géologique s'occupait en 1926 et en 1927 des prospections de charbon dans le Sud-Ouest. On ne parlait plus depuis longtemps des découvertes de Colcanap lorsqu'un colon, M. E.

Jamet, géologue fort averti, retrouva dans la vallée de la Sakoa les couches de charbon que Colcanap avait vues à 80 kilomètres de là dans les vallées du Ianapera et de l'Imaloto. Chargé d'étudier l'ensemble du pays, je pus reconnaître la continuité du charbon entre ces deux régions et établir ainsi définitivement les preuves de l'existence d'un très important bassin charbonnier, dont les réserves se chiffrent par plusieurs dizaines de milliards de tonnes.

Durant ces mêmes années, M. R. Schnaebélé travaillait dans la région des grès de Morafenobe et y levait une carte régulière. En 1928, j'étudiais en détail l'anticlinal d'Andrafiavelo et confirmais l'idée de M. Barrabé d'y placer des sondages profonds pour recherches de pétrole. L'année suivante, la question de l'eau dans les zones

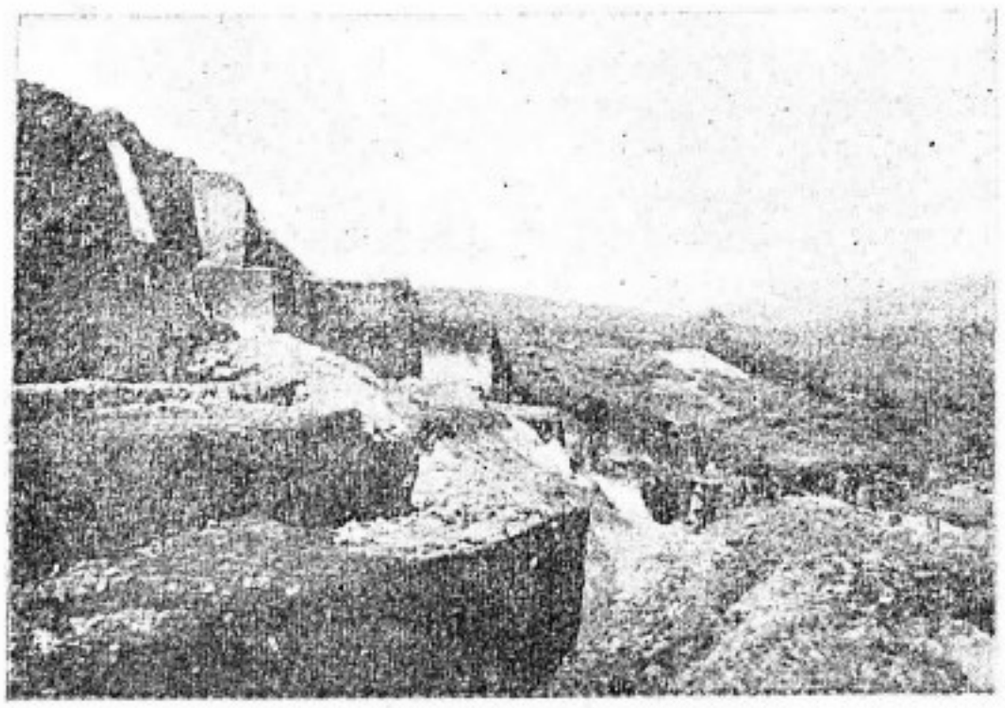


Fig. 6. — Exploitation de graphite en carrière avec enlèvement des stériles par l'eau (région d'Ambatolampy). Le graphite se présente en amas dans la latérite. L'exploitation se fait en gradins. Les parties stériles sont abattues et évacuées dans un courant d'eau. Les parties riches sont transportées aux appareils de traitement.

désertiques du Sud m'amenait à étudier la géologie des formations sédimentaires de l'Androy et du Mahafaly.

Toutes ces recherches dans les terrains sédimentaires ne faisaient pas oublier le massif cristallin. Depuis plusieurs années, Mlle Y. Brière poursuit, dans la région d'Ambositra, des travaux qui viennent d'aboutir à l'établissement de la première feuille de la carte géologique régulière au 1/100.000 du massif ancien. Moi-même, au cours de mes itinéraires, je me suis attaché à étudier les gisements de mica-phlogopsite et à rechercher les indices capables de guider les exploitations.

Au début de 1930, le bureau géologique reçut des renforts de personnel. La région comprise entre l'Onilahy et le Fiherenana a été explorée par Mlle E. Basse. La région d'Antsalova, intéressante au point de vue du pétrole, a été cartographiée par M. Hourcq. Enfin, M. Lenoble a commencé des études de détail dans le massif cristallin.

Le bilan des recherches géologiques depuis la guerre peut donc s'établir ainsi :

1°) Etablissement définitif de l'existence d'un très gros bassin charbonnier dans le Sud-Ouest. Dès 1927, d'ailleurs, l'industrie privée a effectué des travaux de recherches qui ont confirmé les prévisions des géologues. Une société d'exploitation se constitue actuellement.

2°) Documentation précise sur les recherches de pétrole dans la province de Maintirano, avec

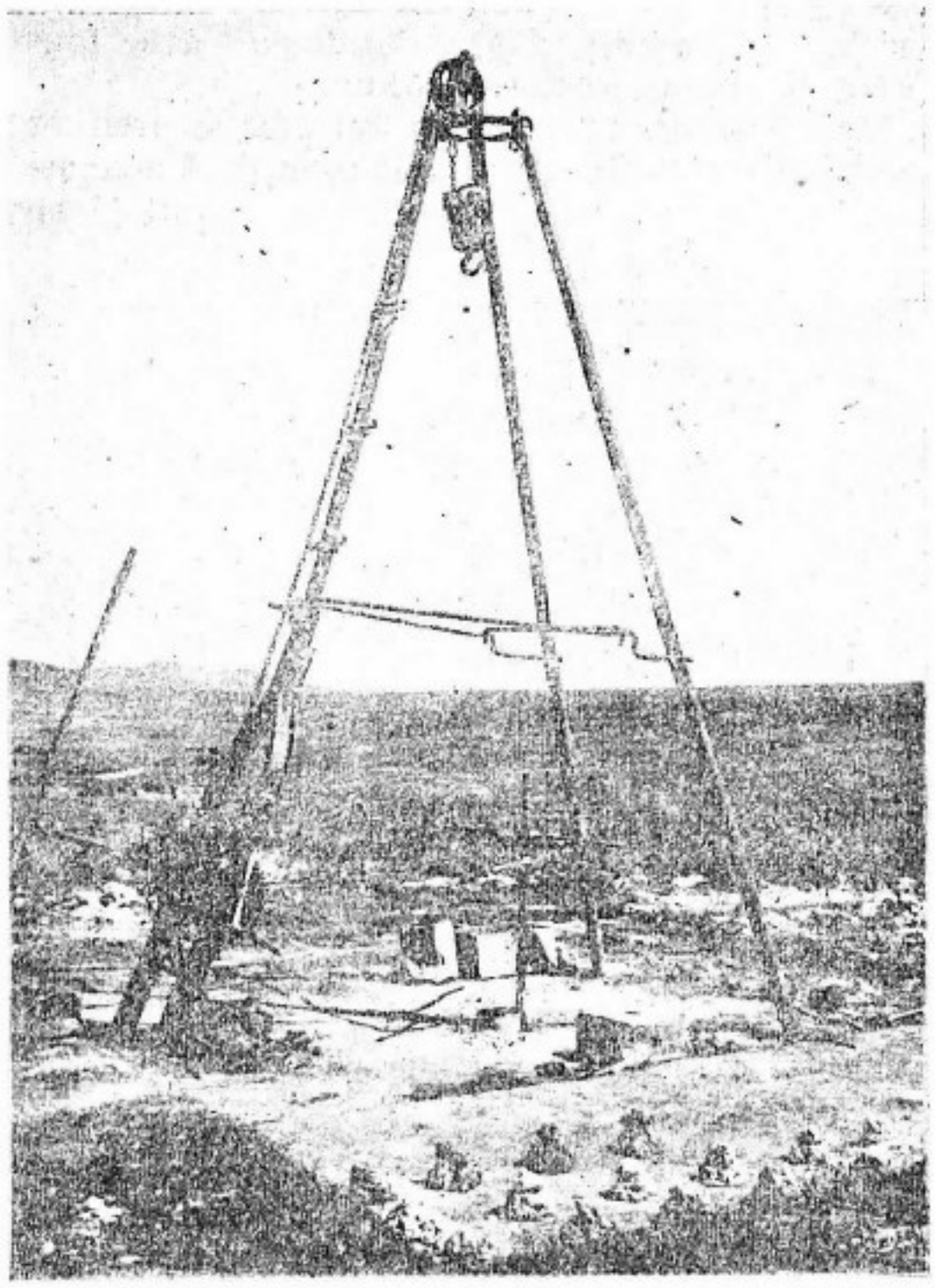


Fig. . — Sonde à main pour les recherches de graphite.

cartes géologiques détaillées à l'appui. Les géologues qui ont travaillé pour le compte de la colonie sont d'accord pour préconiser des sondages dans l'anticlinal d'Andrafiavelo, seul endroit, dans l'état actuel de nos connaissances, qui puisse présenter des chances réelles de succès. L'industrie privée s'est intéressée à la question et a envoyé, en 1930, une mission sur le terrain.

3°) Documentation sur les gisements de phlogopite. Ces gisements constituent une des grosses richesses de l'île. Leur exploitation est souvent défectueuse. Des considérations géologiques doivent permettre d'obtenir un meilleur rendement.

4°) Etablissement d'une base scientifique pour les recherches d'eau en Androy. L'introduction accidentelle d'une cochenille (*Coccus cacti*) qui détruit rapidement les cactus (*Opuntia vulgaris*) dont les fruits, très aqueux, constituaient la plus grande ressource des indigènes et du bétail pour étancher leur soif en saison sèche, pose actuellement un problème angoissant.

5°) Etudes de détail en cours dans le massif cristallin. Levers de cartes au 1/100.000e.

Ce qu'a fait la géologie ces dernières années pour le développement économique du pays et en s'attaquant surtout à ces produits primordiaux que sont le charbon et le pétrole est bien peu à côté de ce qui reste à faire. Des exemples

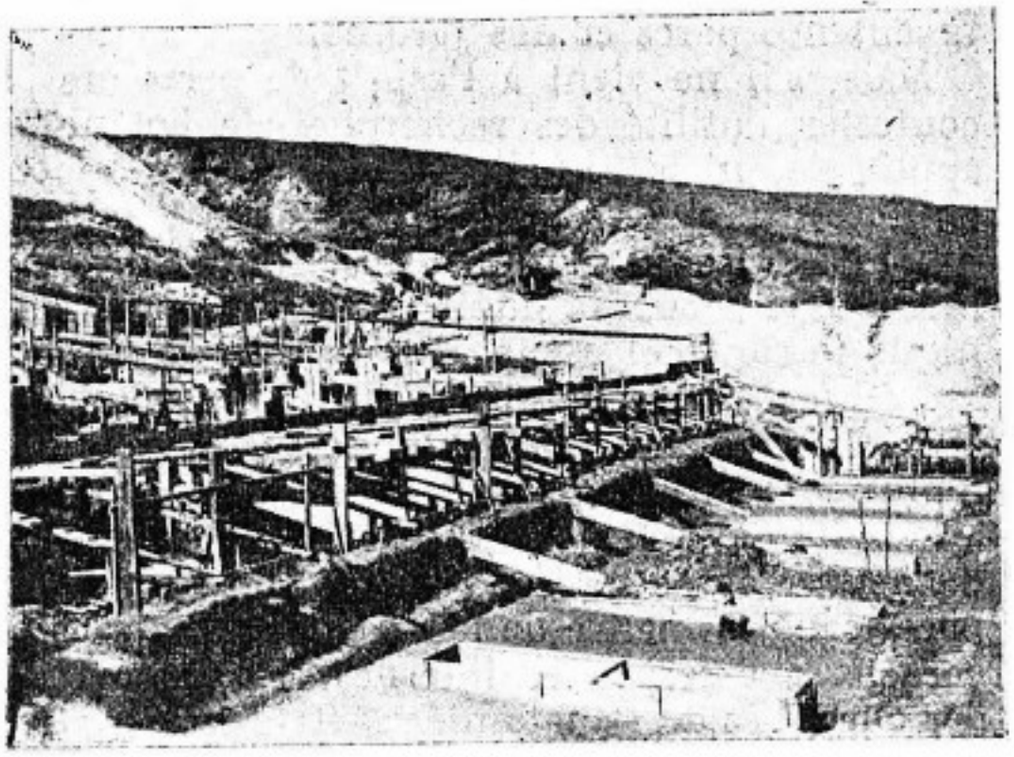


Fig. 7. — Lavage et préparation du graphite. Ces appareils séparent le graphite de la latérite et des paillettes de mica.

nombreux ont montré que, dans des terrains considérés comme stériles, le marteau du géologue a permis la découverte de gîtes intéressants. N'est-il pas frappant de voir la prodigieuse activité minière de ces pays neufs où l'on fait depuis longtemps de la géologie et, parmi ceux-ci, de l'Afrique australe et du Congo belge ? Et pourtant, dans une région comme le Transvaal, dont la cartographie géologique est faite depuis longtemps, où habite une population blanche dense, à côté d'une université comme Prétoria, ce n'est que depuis quelques années à peine qu'ont été découverts les gisements platinifères de Buschweld. Pourquoi donc ne pas avouer notre ignorance et bien nous pénétrer de ce fait que nous savons peu de choses des gîtes miniers de Madagascar ? Pays immense, population clairsemée, très peu de prospecteurs compétents, nous devrions être étonnés des résultats obtenus. Nous avons les plus beaux gisements de graphite du monde, des gisements de mica du même ordre se révèleront bientôt, nous avons les gemmes, l'urane et l'or en gites épars, du charbon, peut-être du pétrole, mais ce n'est pas tout, d'autres richesses dorment dans le vieux sol malgache. Elles sont promises à l'activité et à la persévérance des chercheurs. Qu'a-ton fait jusqu'ici pour trouver le diamant, les gîtes métalliques, les phosphates ? Nous avons cependant certains indices de leur existence. Ce doit être là l'objet des prospections futures.

La chose essentielle pour l'instant, et dont il importe de ne rien négliger, c'est le pétrole. Les exportations minières actuelles de Madagascar sont de peu de valeur. Il en serait tout autrement si nous arrivions à trouver du pétrole. Les formidables gisements de grès bitumineux de l'Ouest sont connus depuis longtemps. Les études techniques récentes du Service des Mines ont montré que leur exploitation serait déficitaire. C'est ailleurs qu'il faut pousser les recherches, en dehors de la zone d'affleurement des grès

Fig. 8. — Lavage de l'or à la batée (Région de Tsaratanana).

bitumineux. Un premier pas a été fait dans cette voie avec la découverte de l'anticlinal d'Antrafiavelo. L'avenir de la colonie exige impérieusement que des sondages y soient forés. Mais le travail ne doit pas s'arrêter là ; il doit se poursuivre, au contraire, par une exploration méthodique des terrains sédimentaires de toute la côte Ouest. L'étendue des régions inconnues est si grande, par rapport à la très faible superficie des zones étudiées, qu'il n'est pas permis de douter que l'avenir ne nous réserve d'heureuses surprises.

BOTANIQUE ET COLONIES

par H. LECOMTE
Membre de l'Institut, Professeur au Museum National d'Histoire Naturelle

Le Laboratoire de Botanique du Muséum d'Histoire naturelle recevait dernièrement la visite d'un ingénieur chimiste, venu demander si l'*Halorrhena dysenterica*, Apocynée médicinale très usitée dans l'Inde anglaise, mais devenue rare, existait également dans notre colonie d'Indochine. Grâce au manuscrit de la famille des Apocynées, sur le point d'être publié dans la *Flore générale de l'Indochine*, on a pu savoir que non seulement cette plante se trouve dans notre colonie asiatique, mais qu'elle a été signalée dans plusieurs provinces différentes, et s'y trouve donc fort répandue.

La présence en Indochine de l'*Hydnocarpus anthelminthica*, plante qui sert à combattre la lèpre, a été révélée dans les mêmes conditions. Par ailleurs, des industriels demandent très fréquemment la détermination botanique de produits végétaux, fibres ou bois, dont on ne connaît pas la nature exacte : l'importance de cette dernière est capitale, on le conçoit.

Nous pourrions citer beaucoup d'autres exemples, mais ceux-ci montrent assez l'intérêt de la botanique dans les questions coloniales. C'est surtout dans le domaine économique que son utilité se manifeste. Une des idées directrices de notre politique coloniale, c'est en effet que nos possessions d'outre-mer doivent être des prolongements non pas seulement politiques, mais économiques de la métropole. Or, il est incontestable que les produits végétaux tiennent la plus grande place dans nos besoins, qu'il s'agisse de plantes alimentaires ou fourragères, industrielles (bois, tinctoriales, tannifères, textiles, à caoutchouc ou à gutta), ou médicinales.

On n'ignore pas que certaines de nos colonies, ne peuvent fournir à la métropole de matières premières, parce qu'elles sont, par suite de l'insuffisance des cultures vivrières, presque désertes d'habitants. La population, et par suite, la main-d'œuvre, augmenteraient immédiatement avec l'extension de ces cultures. La botanique peut indiquer celles, compatibles avec le climat et le sol du pays, dont on pourrait tenter l'introduction.

Après la conquête de l'Algérie, ce sont les études du botaniste Cosson et de ses collaborateurs qui ont permis de se faire une idée des cultures à y tenter. On avait cru un moment pouvoir y acclimater certaines plantes tropicales industrielles, et ce n'est pas le moindre mérite de Cosson que d'avoir montré, avant le début d'entreprises importantes et coûteuses, que ces cultures étaient vouées à l'insuccès.

Si la botanique fait connaître les plantes qui peuvent être acclimatées dans nos colonies, elle permet aussi à la métropole d'acclimater chez elle de nombreux arbres et arbustes, qui embellissent nos parcs et nos jardins.

Mais, s'il ne vient à l'esprit de personne de contester l'utilité des recherches de botanique appliquée, ni les améliorations qu'elles apportent, soit dans les cultures, soit dans l'élaboration des produits industriels, on comprend moins bien, dans le public, l'utilité de la botanique pure. Quel est le rôle de cette dernière ?

Parmi ses diverses branches, la morphologie et l'anatomie végétales intéressent les colonies à plusieurs titres : d'abord, elles servent de base à la systématique ; il serait, en effet, impossible de définir et de classer rationnellement les espèces sans connaître de façon approfondie leurs caractères externes et internes. En outre, un des chapitres de l'anatomie végétale présente une incontestable portée pratique : je veux parler de l'étude microscopique des bois. Selon leur structure, en effet, ces derniers sont propres à des usages différents : ébénisterie, menuiserie, charpente, traverses, poteaux, etc. Quant à la physiologie, on sait que ses résultats sont à la base de l'agriculture scientifique. La Biologie, complétant la météorologie, nous dit si le climat et le sol d'une colonie se prêtent à la culture de certains végétaux utiles et permettent d'espérer des récoltes rémunératrices. La géographie botanique rend des services du même genre : la présence d'essences déterminées indique des conditions favorables à certaines cultures, ou bien au contraire leur impossibilité ; il a été fait usage de ces méthodes pour le reboisement de certaines régions de la France. Je n'ai pas besoin d'insister ici sur les services rendus par la pathologie végétale, dans la lutte souvent heureuse contre les fléaux qui atteignent nos cultures coloniales.

Ce qui nous retiendra plus longtemps, c'est le rôle de la *Botanique systématique*, science de la détermination des plantes et de leur classement par affinités. Le public, même cultivé, ne saisit pas toujours l'intérêt que présente la connaissance de toutes les espèces de plantes d'une région. Pourquoi ne pas se contenter de

décrire celles qui offrent un intérêt alimentaire, industriel ou médical ? Une telle idée se justifierait peut-être, à un certain point de vue, si les plantes utiles étaient toutes connues à l'avance. Mais il existe toujours, et surtout dans les pays neufs, des végétaux dont les usages ne sont pas soupçonnés sur place alors qu'ils sont bien connus ailleurs. J'en ai donné un bon exemple dans les premières lignes de cet article. Par contre, si ces végétaux ont été étudiés et décrits dans une Flore, on pourra songer, en apprenant la présence d'une matière première d'un usage répandu, à en tirer parti.

C'est ainsi que l'étude de la flore de l'Afrique Occidentale a montré qu'il s'y trouvait une Meliacée, le *Khaya*, de la même tribu (Swieténiées) que le véritable acajou américain ; c'est l'origine de l'exploitation actuelle de ces arbres sous le nom d'acajou d'Afrique.

Nous devons donc faire connaître toutes les plantes de nos colonies. Pour cela, le meilleur moyen est de publier leurs Flores, c'est-à-dire, non pas de simples listes ou catalogues, mais des descriptions complètes accompagnées de tableaux permettant la détermination des diverses essences. Nombreux sont les coloniaux, agriculteurs, forestiers, négociants, voire médecins, à qui ces ouvrages sont susceptibles de rendre service. C'est ce qu'ont bien compris des peuples à qui on ne peut refuser un sens aigu des nécessités coloniales : en Angleterre, la *Flora of British India* de Hooker, la *Flora of Tropical Africa* ; aux Etats-Unis, les études de Merrill sur la flore des Philippines ; aux Pays-Bas, la Flore des Indes Néerlandaises et la Flore de Java, sans parler de la création du Jardin botanique de Buitenzorg ; en Belgique, l'étude de la flore du Congo, très activement poussée, sont dues à des besoins pratiques nettement manifestés.

A côté de cela, quelles étaient les Flores des Colonies françaises publiées, il y a quelques années ? En dehors de l'Afrique du Nord, nous n'avions, pour l'Indochine, que la *Flore forestière de Cochinchine*, de Pierre et la *Flora Cochinchinensis de Loureiro* ; pour l'Afrique occidentale et centrale, que les listes énumératives de l'explorateur connu, M. Aug. Chevalier ; pour Madagascar, qu'un atlas dû à Baillon, bien présenté mais dépourvu de texte ; pour les Antilles, que la liste, d'ailleurs très incomplète, du P. Duss ; pour la Réunion, que le catalogue de J. de Cordemoy. Remarquons en passant que si la rédaction d'une flore par une seule et même personne présente des avantages, elle offre aussi de graves inconvénients dont le moindre n'est pas l'arrêt de l'ouvrage à moitié achevé à la mort de l'auteur ; c'est le cas de quelques-uns de ceux que nous venons de citer. D'autre part, il est évident qu'un botaniste, même très averti, ne peut avoir dans chacun des nombreux groupes végétaux, la compétence d'un spécialiste.

L'étude des matériaux d'une Flore doit donc être confiée à plusieurs botanistes spécialisés. Elle ne peut se faire pratiquement que sur des matériaux secs, conservés en herbier, à cause des difficultés que présente l'étude sur place et l'observation des divers organes : feuilles, fleurs, fruits, qui ne sont pas présents en même temps dans un état convenable. Elle résulte donc de la collaboration du collecteur, qui prélève les échantillons, et du botaniste qui les examine. Ce procédé permet en outre le groupement des plantes suivant leurs affinités, et la comparaison des différents échantillons, qui serait impossible sur place.

C'est au Muséum National d'Histoire naturelle de Paris que se trouve réuni le plus riche Herbier de plantes des colonies françaises. La tradition de ce grand établissement scientifique lui imposait la mise en œuvre de ces remarquables collections, qui a été entreprise par le Laboratoire de botanique (Phanérogames). La première grande Flore coloniale à publier a été choisie, tant en raison de besoins urgents, que de la richesse végétale et de l'importance de la colonie : c'est la « Flore générale de l'Indochine », entreprise en 1907, et dont 44 fascicules sont aujourd'hui publiés, sur 50 qu'elle doit comporter.

Une Flore doit pouvoir rendre service à de nombreuses catégories de personnes. C'est pourquoi elle renferme la description et les usages connus de toutes les espèces de la Colonie, avec de nombreuses figures représentant les caractères des plus importantes. Grâce à elle, chaque essence peut être désignée par son nom scientifique, le seul qui ne prête pas à confusion ; les négociants et colons connaissent bien les malentendus engendrés dans les transactions par des confusions de cette sorte, qui seront ainsi évités.

Quant à nos autres colonies : Madagascar, Afrique tropicale, Antilles, Guyane, elles attendent encore leurs Flores générales, mais ces dernières pourront être entreprises, dès que les ressources le permettront, sur une base solide. En effet, des collections importantes ont été réunies pour chacune d'elles, et leurs Herbiers particuliers ont été organisés au Service de Botanique du Muséum. Il est à souhaiter que l'Administration centrale des colonies, qui admet bien la nécessité de l'inventaire des richesses botaniques de nos possessions, mais ne fait rien pour aider à le réaliser — le Gouvernement Général de l'Indochine ayant seul jusqu'ici subventionné la publication — cesse d'ignorer ces travaux considérables, destinés à rendre les plus grands services à nos agriculteurs et à nos forestiers coloniaux.

Ces derniers, en particulier, ont besoin de bien connaître les arbres dont ils ont la charge, pour savoir quels sont ceux qu'il faut proté-

ger et multiplier, ceux qui sont, au contraire, sans intérêt. Nos forêts coloniales ne formeront plus tard une de nos ressources les plus importantes, que si nous savons substituer à l'exploitation désordonnée et destructive généralement en usage aujourd'hui, une utilisation rationnelle.

En effet, si l'on n'y prend garde, de nombreuses espèces disparaîtront bientôt, par extinction, des forêts de nos colonies, comme ont déjà disparu, depuis quelques siècles, maintes formes animales qui n'ont laissé qu'un souvenir. Parmi les agents destructeurs, l'homme tient la première place : c'est ainsi qu'à Madagascar, les feux, employés par les indigènes pour le défrichement, ont détruit en majeure partie la forêt primitive. Une source importante de richesses a été ainsi supprimée. Dans d'autres régions, c'est l'exploitation intensive et non compensée par le reboisement, qui conduit à une situation qu'une direction plus intelligente aurait permis d'éviter. Il appartient aux botanistes de signaler les dangers de procédés qui, sous les apparences trompeuses d'une prospérité momentanée, cachent la menace de la ruine prochaine. Les forêts hétérogènes, déjà exploitées et presque épuisées, devront être remplacées au fur et à mesure par des peuplements plus ou moins homogènes. Le remède est dans une exploitation rationnelle et prévoyante ; il est aussi dans la constitution de *réserves naturelles*, c'est-à-dire de surfaces interdites à l'exploitation, où les espèces autochtones soient garanties d'une destruction complète et puissent se maintenir. Notre appel dans ce sens a déjà été entendu, et des réserves de ce genre sont présentement constituées ou en projet dans quelques-unes de nos colonies. Elles diffèreront des « réserves forestières » déjà existantes en ce qu'elles ne seront pas des territoires d'exploitation méthodique, mais bien de conservation.

Ces résultats suffisent à justifier le rôle de la botanique aux Colonies ; nous avons vu que les services de toutes sortes rendus par cette science sont importants et nombreux. Une collaboration plus active entre les services scientifiques et le Ministère des Colonies aurait les plus heureux résultats pour la prospérité économique de ces dernières, qui sont en droit d'attendre de la métropole l'application progressive des procédés et des méthodes qui ont fait la supériorité de notre pays.

COMMENT LES ETUDES SCIENTIFIQUES PERMETTENT LA CONNAISSANCE ET L'UTILISATION DES PRODUITS DE LA MER ET DES EAUX DOUCES AUX COLONIES

par **A. GRUVEL**
Professeur au Museum National d'Histoire naturelle
Conseiller scientifique et technique du Ministère des Colonies

La science, à quelque sujet qu'elle se rapporte, n'est ni métropolitaine, ni coloniale ; elle est la science tout court.

Mais si les recherches scientifiques, dans le domaine maritime ou fluvial colonial, procèdent des mêmes méthodes que celles de même ordre entreprises dans la métropole, les problèmes qui doivent être abordés constituent un programme cependant beaucoup plus vaste et plus varié. L'étendue des questions qu'elles embrassent implique, en effet, pour résoudre ces problèmes, une diversité remarquable de moyens qui doivent se dérouler suivant un plan progressif.

Le plateau continental colonial

N'oublions pas, en effet, que l'étendue des côtes de notre empire colonial étant, à vol d'oiseau, d'une longueur dépassant 15.000 kilomètres, représente, par conséquent, environ la quinzième partie des côtes du monde entier. Si nous considérons, d'autre part, que le plateau continental de nos possessions mesure, en moyenne, une trentaine de kilomètres de largeur, nous nous rendrons compte que c'est sur une étendue marine d'à peu près 450.000 kilomètres carrés que doivent porter, progressivement et suivant les moyens mis à notre disposition, nos investigations scientifiques.

Si l'on ajoute à cette surface celle de l'immense réseau fluvial qui arrose les différents pays constituant l'ensemble de nos possessions lointaines, on découvre un champ d'études tellement vaste qu'il est impossible de prévoir le temps qui pourra être nécessaire à la connais-

sance scientifique des richesses naturelles qu'il renferme.

Les expéditions maritimes

Depuis longtemps déjà, les chefs des différentes expéditions maritimes, comprenant l'utilité des recherches faunistiques, ont eu soin de prendre à leur bord, soit des médecins, soit, même, des naturalistes qui, profitant des nombreuses escales faites au cours de ces expéditions, recueillaient, un peu au hasard, mais parfois avec un sens très approfondi des réalités scientifiques, des échantillons zoologiques, botaniques, minéralogiques, etc..., dont l'étude a donné lieu à des mémoires particulièrement intéressants, surtout si l'on se reporte à l'époque où ils furent publiés. C'est ainsi, par exemple, que nous trouvons des travaux de faunistique tout à fait remarquables dans les publications parues à la suite des expéditions de :

Bougainville, sur *La Boudeuse* (1766-1769) ; sur *La Thétis* et l'*Espérance* (1824-1826) ;

Arago, sur l'*Uranie* et *La Physicienne* (1817-1820) ;

Bory de Saint-Vincent, sur *La Coquille* (1822-1825) ;

Du Petit-Thouars, sur *La Vénus* (1836-1839) ;

Dumont-d'Urville, sur *L'Astrolabe* et *La Zélée*, vers le pôle sud et en Océanie (1838-1839) ;

Laplace, sur *L'Artémise* et *La Favorite* (1838-1854) ; pour ne citer que les principales.

A mesure que les moyens de recherches se sont perfectionnés, qu'il a été possible d'atteindre des profondeurs marines de plus en plus grandes, les études faunistiques ont pris une ampleur de plus en plus considérable et c'est ainsi qu'au cours d'expéditions comme celle du *Caudan*, dans le golfe de Gascogne (1895), du *Travailleur* et du *Talisman* (1881-1883), du prince Albert de Monaco, exécutées successivement avec *L'Hirondelle* (1873-1888), la *Princesse-Alice I* (1895), et, enfin, avec la *Princesse-Alice II* (1898), etc..., on a pu découvrir au sein des mers, des espèces de la faune abyssale étrangement constituées, qui ont, pour le moins, étonné les naturalistes qui les ont recueillies ou décrites.

Mais toutes ces recherches, bien que d'un intérêt scientifique captivant, ne nous ont fourni que de très vagues renseignements sur la *nature* des fonds sous-marins dans leur ensemble et, surtout, sur la *valeur économique* de la faune générale des mers.

En somme, jusqu'à il y a une trentaine d'années, l'*inventaire faunistique* seul est resté au premier plan des études des naturalistes coloniaux et même métropolitains.

Ce n'est que depuis cette époque, et devant la raréfaction graduelle et régulière des espèces marines utiles à l'alimentation et à l'industrie, qu'on s'est préoccupé de l'étude des fonds de pêche, non seulement sur les côtes européennes, mais aussi dans les diverses colonies françaises et étrangères.

Et comme, du point de vue de la pêche maritime, ce sont à peu près uniquement les espèces dont l'habitat réside sur les divers plateaux continentaux qui sont intéressantes, c'est donc simplement ces régions qu'il s'est agi d'explorer, pour assurer le développement de l'industrie des pêches en général.

Les richesses marines coloniales

Nos mers coloniales sont riches en espèces ichthyologiques de toutes sortes. Mais, parmi cette multitude de formes, beaucoup ne présentent qu'un intérêt purement scientifique et ne sont, par conséquent, aucunement intéressantes au point de vue économique. Pour les distinguer les unes des autres, il faut donc les connaître toutes, c'est-à-dire établir, d'abord et avant tout, un *inventaire aussi complet que possible de la faune générale de ces eaux.*

Les mers tropicales, en particulier, présentent généralement une faune spéciale, tout à fait différente de la faune européenne et d'un intérêt pratique de premier ordre.

C'est ainsi, par exemple, que l'écaille, la nacre, la perle, le corail, les éponges, sont des produits tirés à peu près exclusivement d'animaux de mers chaudes ; c'est ainsi également que l'abondance des squales se fait surtout remarquer sous les tropiques, que les Siréniens et les Pinnipèdes constituent des éléments particulièrement intéressants de la faune de nos Possessions tropicales ou australes, etc...

Si les espèces de fond, relativement sédentaires, sont nombreuses et variées dans les mers coloniales, celles de surface présentent, au point de vue économique, un intérêt peut-être encore plus puissant ; certaines d'entre elles, en effet, particulièrement les Clupéidés et les Carangidés, forment, à la surface des mers tropicales, des bancs tellement considérables parfois, qu'on ne peut guère les comparer qu'aux bancs de harengs et de morues que l'on rencontre dans les mers froides du nord de l'Europe et de l'Amérique.

Pour notre part, nous avons assisté, il y a près de vingt-cinq ans, dans la baie de Rufisque, au sud de Dakar, à un phénomène extrêmement curieux et que nous ont rappelées certaines visions rapportées plus tard de Norvège : un banc de sardinelles de la Méditerranée (*Clupea curila* C. V.) que les pêcheurs lébous du Sénégal désignent sous le nom de « Yaboy », et que les Européens appellent, faussement du reste, « hareng », affolé par la poursuite de grands Scombres et d'énormes Carangues, était venu s'échouer sur la plage, en quantité tellement

considérable, qu'il fallut une corvée d'un régiment de Dakar pour enlever les poissons qui restaient encore sur le sable, après que tous les indigènes des environs se furent copieusement servis. Des milliers de tonnes de poissons s'étaient ainsi précipités sur le rivage.

Sur les côtes d'Annam, les bancs de certaines espèces de Clupes sont parfois tellement énormes que, même avec leurs engins assez primitifs, les pêcheurs indigènes peuvent en capturer des quantités considérables pour la fabrication de leur « nuoc-mam », sans que le nombre de ces poissons semble avoir diminué depuis longtemps.

Dans les grands lacs du Cambodge, on pêche, chaque année, depuis des millénaires, des milliers de tonnes de poissons divers et, cependant, il semble que ces lacs soient toujours aussi peuplés, grâce à l'intensité de vie et de reproduction de ces espèces, due à certaines conditions locales particulièrement favorables.

Toute cette faune des mers coloniales commence à peine à être connue et c'est à chaque instant que des formes nouvelles se révèlent au cours d'études zoologiques.

Mais, jusqu'à ces dernières années, les recherches poursuivies dans nos colonies, l'avaient été un peu au hasard des circonstances, sans ordre ni méthode. En particulier, non seulement nous ignorions la valeur scientifique de la faune, aussi bien de fond que de surface, mais nous ne savions à peu près rien de la constitution des plateaux continentaux sur lesquels, par conséquent, il était, pour le moins, dangereux de promener des engins traînants.

L'exploitation indigène

Les mers, les fleuves et les lacs n'étaient, en réalité, exploités que par les indigènes, avec des moyens généralement ancestraux remontant, presque, à l'époque néolithique et les produits de la pêche étaient conservés de façon si déplorable qu'ils ne pouvaient, sans danger, être envoyés loin des lieux de préparation.

Depuis longtemps, la pêche aux stupéfiants est pratiquée partout et les substances toxiques jetées n'importe où, dans les lacs et les fleuves, détruisent, sans profit pour personne, des quantités énormes d'animaux. Les explosifs introduits par les Européens, les militaires d'abord, continuèrent l'œuvre néfaste des toxiques. Ces méthodes criminelles de pêche se sont développées avec une telle intensité dans certaines de nos Possessions, qu'on peut dire, sans beaucoup exagérer, que les seuls engins de pêche y sont représentés par des stupéfiants et des explosifs.

On se rend compte, facilement, de ce que peut devenir la faune générale des fleuves, des lacs, et même, des rivages marins, soumis à une telle destruction, systématiquement répétée.

Les premiers engins introduits par les Européens, un peu dans toutes les colonies, ont été l'*épervier* et la *senne* ; copiés par les indigènes, ces engins se rencontrent, actuellement, à peu près partout. Dans certaines de nos colonies, comme l'Indochine, où l'évolution de la race est bien supérieure à celle des populations noires, les indigènes emploient des engins spéciaux d'une forme particulièrement étudiée, et qui, dans ces mers chaudes, peuvent rivaliser, au point de vue du rendement, avec certains de nos engins modernes.

Mais tout cela ne représente, en somme, qu'une exploitation restreinte des mers et des fleuves, exploitation également très incomplète, puisqu'elle n'utilise qu'une partie des captures tout en détruisant, sans raison, une quantité considérable d'animaux et qu'elle ne tire aucun parti des poissons incomestibles, ni des résidus de la pêche et de la préparation des produits.

Toutes ces méthodes n'ont pour but qu'une mauvaise exploitation du réseau hydrographique fluvial et de la faune littorale marine, car les engins dont disposent les indigènes ne leur permettent en aucune façon l'exploitation des fonds du large qui, dans la plupart de nos Possessions, sont encore vierges ; tout au plus, les pêcheurs locaux utilisent-ils, jusqu'à des fonds de 40 ou 50 mètres, des lignes à main et des palangres.

L'exploitation moderne

L'exploitation à forme européenne, à l'aide d'engins modernes de grande puissance, tels que le chalut, a débuté par des essais purement empiriques. L'une des premières régions exploitées de la sorte fut celle longtemps connue sous le nom de région du *banc d'Arguin*, dont de nombreux navigateurs avaient parlé comme d'une zone extrêmement poissonneuse, capable — disaient certains d'entre eux qui affirmaient même que la *morue* y était abondante — de remplacer les pêcheries de Terre-Neuve et d'Islande.

Des essais pratiqués de la sorte, sans étude préalable, ne pouvaient qu'aboutir à des échecs.

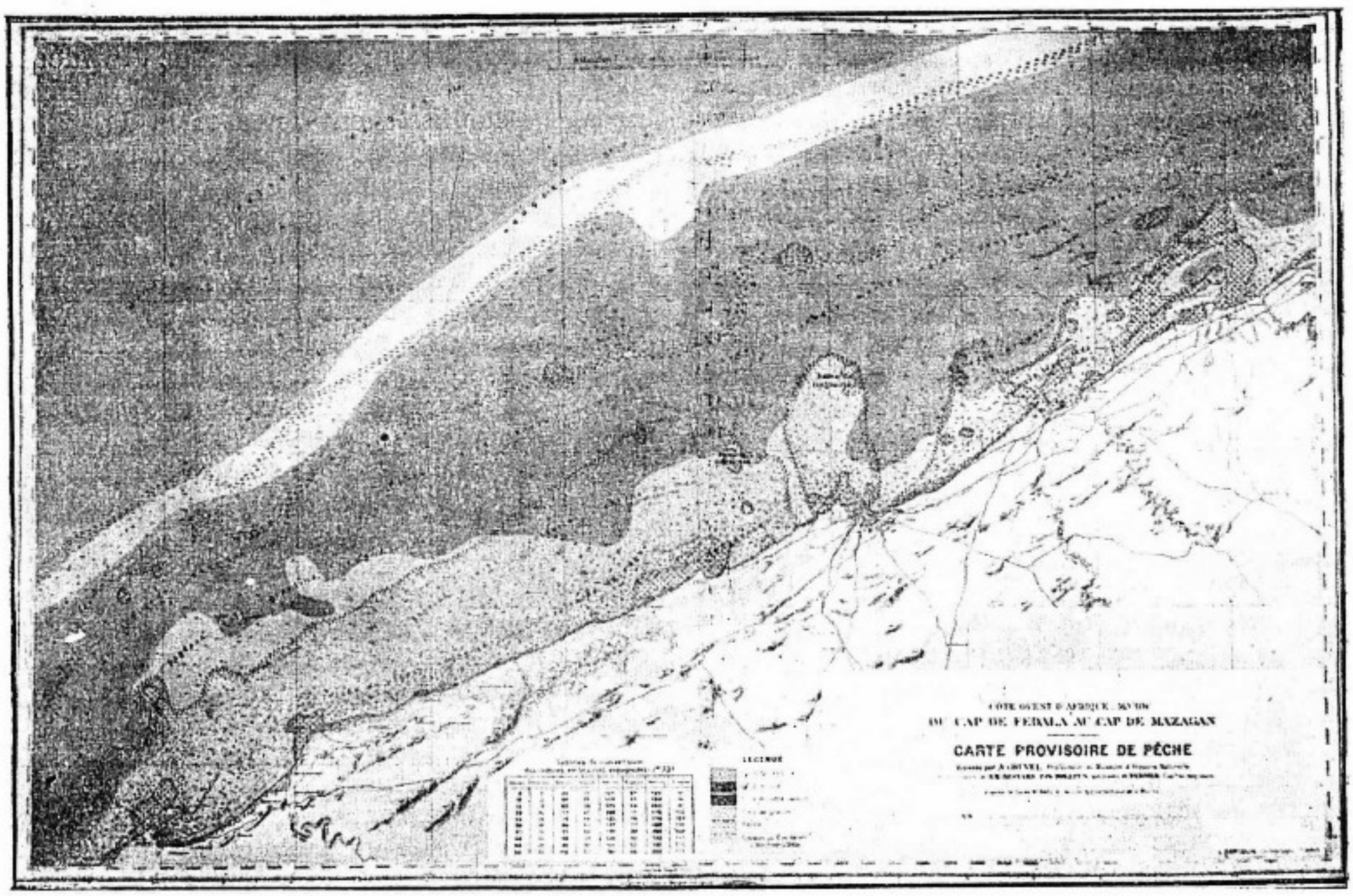
Les recherches maritimes coloniales

C'est un grand honneur pour M. Roume, alors Gouverneur général de l'Afrique occidentale française, d'avoir compris, le premier parmi nos Administrateurs coloniaux, que des études préalables, scientifiques et techniques, étaient nécessaires si on voulait tirer de cette région, si renommée, un parti économiquement intéressant. M. Roume pensa qu'avant tout et surtout avant de laisser des armateurs envoyer leurs chalutiers sur ces fonds, il importait d'établir tout d'abord l'*inventaire scientifique* de la faune de cette région, aussi bien de fond que de surface,

puis de connaître la nature et la constitution des fonds et, enfin, de rechercher quels moyens modernes de conservation pouvaient s'appliquer à cette faune spéciale.

Des études semblables doivent, en effet, être placées à la base même de toute exploitation industrielle rationnelle et ne doivent pas être laissées à l'initiative privée, mais faire partie de cet ensemble de recherches qui sont l'apanage exclusif des Gouvernements locaux. Les dépenses qu'elles nécessitent devraient, par conséquent, être *régulièrement inscrites* aux budgets de nos différentes colonies et entrer dans le groupe des *dépenses de souveraineté*.

L'établissement de l'inventaire scientifique de la faune marine, tant de fond que de surface, demande la mise en œuvre d'engins de toutes sortes, permettant de recueillir la plus grande variété possible de ses éléments constitutifs, qui doivent être étudiés ensuite au laboratoire, par des naturalistes spécialisés. Mais les études biologiques ne doivent pas être sacrifiées, car, si une partie de la faune démersale est sédentaire ou à peu près, beaucoup d'espèces de fond et la majorité de celles de surface obéissent à des lois encore assez mal connues, qui ont surtout pour but de permettre à ces formes de se tenir dans des eaux à une température déterminée et de rencontrer, dans le milieu ambiant, les éléments nécessaires à leur nourriture et aussi à leur reproduction. Ces recherches, déjà longues dans la Métropole, le sont bien davantage encore dans les Colonies, où les moyens d'action sont plus restreints et les conditions de milieu complètement différentes. Elles sont, cependant, indispensables, si l'on veut tirer de cette faune tout le parti industriel qu'on est en droit d'en attendre.



Maroc, du Cap Fedala au Cap de Mazagan.
Carte provisoire de pêche dressée par le professeur A. Gruvel avec le concours de MM. Besnard. P. Ph. Dollfus, assistants et Perrier, capitaine au long cours, d'après la carte n° 5462 du Service hydrographique de la Marine.

Cartes de pêche

L'établissement d'une carte de pêche, dans des régions dont l'hydrographie laisse à désirer considérablement, si même elle n'est pas complètement à faire, est une œuvre délicate, difficile et de longue haleine. Elle demande, de plus, de ceux qui la préparent, des connaissances générales d'histoire naturelle et, aussi, d'océanographie. Il faut, en effet, non seulement fixer la profondeur du sol sous-marin, mais en connaître la constitution géologique et minéralogique, déterminer la nature des plantes

fixées à sa surface et les espèces d'animaux qu'elles abritent plus ou moins temporairement.

Si le travailleur, isolé comme il l'est le plus souvent, ne pouvant compter que sur ses propres ressources pour essayer de résoudre certains des problèmes qui se posent à chaque instant et qu'il importe de solutionner rapidement ne possede pas un ensemble de connaissances qui lui permette de se tirer d'affaire tout seul, il peut être arrêté dans son travail pour des questions tout à fait secondaires en apparence, mais qui sont souvent primordiales.

Si les cartes de pêche sont utiles pour l'exploitation des mers européennes, sillonnées à chaque instant, depuis des années, par les chalutiers, elles sont *indispensables* à la mise en exploitation des mers coloniales, sur lesquelles on ne possède encore aucune donnée précise, quant à la constitution des fonds et, par conséquent, aux accidents de terrain et à la population.

En ce qui nous concerne personnellement, nous avons indiqué, il y a bien longtemps déjà, la nature des fonds sous-marins de la région du Cap Blanc (Mauritanie), celle des côtes sahariennes, jusqu'à l'embouchure du Sénégal et, enfin, celle des côtes du Sénégal, jusqu'au fond de la baie de Rufisque.

Nous avons pu montrer ainsi que, dans la région du Cap Blanc, le sol sous-marin est formé d'une succession d'affleurements gréseux stratifiés, séparés par des vallonnements comblés eux-mêmes par du sable coquillier, plus ou moins fin et que, malgré cette apparence dangereuse, les chaluts modernes à plateaux peuvent travailler à sa surface, dans des conditions à peu près normales ; nos recherches ont été confirmées plus tard par de nombreux bateaux venus chaluter sur la côte.

Actuellement, à mesure que le poisson diminue sur les côtes européennes, les bateaux de pêche s'éloignent de plus en plus. Ils sont déjà assez nombreux sur celles du Maroc et il faut envisager le moment, très proche, où notre armement français sera *obligé* d'aller chercher sur les côtes de nos Possessions coloniales, tout au moins les plus rapprochées, les éléments de production qu'ils ne rencontreront plus suffisamment chez nous.

Depuis de nombreuses années déjà, les investigations que nous poursuivons sur la côte occidentale du Maroc, nous ont permis de reconnaître, tout le long de cette côte, une zone dangereuse, à peu près parallèle au rivage, d'une largeur moyenne de 5 à 6 milles. Cette bande est constituée, en effet, par des bouquets de coraux (Dendrophyllies) formant des massifs plus ou moins compacts et que, à cause de leur forme spéciale, les Espagnols appellent « chandeliers ». Ces coraux sont tellement branchus et solides qu'un engin qui s'engage sur ces formations est définitivement perdu. Les pêcheurs locaux, mal renseignés sur l'étendue de cette zone dangereuse, n'osaient pas travailler en certains parages. La carte de pêche de cette région, que nous avons publiée, leur donne, actuellement, toute sécurité et cette carte va être continuée sur toute la côte occidentale marocaine.

Des cartes de pêche, beaucoup trop sommaires, à notre avis, ont été établies, également, pour les côtes d'Algérie et de Tunisie. Nous avons publié, nous-même, celle du golfe d'Alexandrette, et nous savons que le directeur de l'Institut Océanographique de l'Indochine, M. A. Krempf, travaille, depuis plusieurs années, à l'établissement de la carte de pêche du golfe du Tonkin et d'une partie du golfe de Siam.

Dans toutes celles de nos colonies où le plateau continental peut se prêter à l'exploitation industrielle, de semblables recherches devraient être poursuivies d'une façon méthodique, par des naturalistes compétents, car un jour viendra où tous ces fonds chalutables devront être mis en exploitation, non pas seulement par des flottilles *coloniales*, mais, pour la plupart, parmi les plus rapprochées de la France, par des flottilles *métropolitaines*.

Les cétacés

Au cours de nos différentes missions dans les colonies, et particulièrement dans celles de l'Ouest africain, nous avons été amené à plusieurs reprises, à étudier les mouvements périodiques des grands Cétacés qui, partant de l'Antarctique au moment de la poussée des glaces vers le Nord, remontent le long de la côte occidentale d'Afrique en suivant le courant froid qui la longe, jusqu'à la hauteur de l'Angola portugais.

L'espèce dominante dans ces parages est le *Megaptera boops*, Fabr. = *longimana*, qui remonte la côte vers le mois de mai et dont les femelles viennent mettre bas dans les eaux chaudes du golfe de Guinée, pour redescendre avec leurs jeunes, dès qu'ils en ont la force, c'est-à-dire en septembre ou octobre.

Dans toutes nos possessions, aussi bien africaines qu'asiatiques, on voit circuler sur les côtes, à des époques déterminées, de grand Cétacés, particulièrement des Baleinoptères, dont l'exploitation est, ou nulle ou bien entre les mains des étrangers, particulièrement des Norvégiens, car les Français, qui furent aux quatorzième et quinzième siècles, les premiers baleiniers du monde, ont aujourd'hui complètement abandonné cette industrie qui a rapporté, cependant, à l'armement norvégien surtout, des bénéfices considérables. Il y aurait cependant encore beaucoup à faire à ce point de vue dans nos colonies, pour la fabrication de matières grasses et de substances azotées que nous sommes obli-

gés d'importer de l'étranger, aussi bien pour notre industrie que pour nos exploitations agricoles.

Le salage, le séchage et le fumage du poisson

Dans la plupart de nos possessions, la conservation du poisson par les méthodes frigorifiques est impossible, parce que trop onéreuse. Il faut donc utiliser des méthodes de préparation plus simples et moins coûteuses et c'est ainsi que nous avons été amené, particulièrement sur la côte occidentale d'Afrique, à étudier les questions de salage, de fumage et de séchage du poisson, opérations qui se présentent, là, dans des conditions tout à fait différentes de ce qu'elles sont dans les pays froids, et même tempérés. Il faut, en effet, compter, dans ces pays, avec la température ambiante pendant le jour, avec l'humidité, parfois considérable, pendant la nuit, avec les innombrables essaims de mouches qui déposent leurs œufs sur les étendages et, enfin, avec les larves d'anthrènes et autres coléoptères qui attaquent le poisson conservé en magasin et n'en laissent, souvent, que les arêtes.

Le poison séché étant surtout destiné aux populations indigènes, il faut tenir compte du goût spécial de celles-ci, qui, dans beaucoup de régions, n'apprécient pas le poisson salé, parce qu'elles ignorent les procédés de dessalage. Il faut donc traiter le poisson par différentes méthodes combinées, qui permettent de ne faire absorber au produit qu'une dose de sel extrêmement faible, mais suffisante, cependant, pour en éloigner les mouches, au moment du séchage, et les larves d'anthrènes et autres coléoptères ravageurs après cette opération.

La question du fumage présente aussi une très grande importance car, dans beaucoup de nos colonies, et de colonies étrangères, où se fait l'exportation, les indigènes ne consomment, pour ainsi dire, que du poisson fumé, mais préparé par des méthodes si peu rationnelles que, à cause de la chaleur et de l'humidité, ce produit se conserve à peine quelques jours.

L'alimentation indigène par le poisson

Or, quiconque a parcouru l'hinterland de certaines de nos Possessions, a pu se rendre compte que, loin de la mer et des fleuves, c'est-à-dire partout où les produits de la pêche ne peuvent pénétrer, parce que mal conservés, beaucoup d'indigènes sont entièrement privés des éléments azotés et aminés nécessaires, lorsque l'élevage des animaux domestiques est impossible et que la chasse elle-même est déficiente.

Or, tous les médecins et les hygiénistes le savent, ces éléments sont indispensables au développement de l'espèce. Si donc nous voulons conserver et améliorer le « capital humain » dont parlait un de nos anciens Ministres des colonies, capital décimé, le plus souvent, par toutes sortes de maladies endémiques et épidémiques, et, surtout, par leur résultante obligatoire, la *mortalité infantile*, dont les ravages sont considérables dans beaucoup de nos possessions, il faut, *avant tout, fournir aux indigènes une nourriture suffisante* et convenablement choisie.

Nous avons montré, en effet, ailleurs, que la mortalité infantile était due en grande partie à la *carence alimentaire* dont souffre souvent la femme indigène, en tant que mère et nourrice. Dans l'état de cachexie physique où elles se trouvent généralement, faute d'une nourriture suffisante, beaucoup de ces femmes sont, en effet, incapables de résister aux multiples influences néfastes (syphilis, alcoolisme, travail excessif, etc...) qui se manifestent dans l'ambiance où elles évoluent. Aussi, les tout jeunes enfants meurent-ils en grand nombre et très fréquents, même, sont les avortements. C'est pourquoi l'on s'efforce de développer, dans nos colonies, les notions d'hygiène, les dispensaires, les maternités, les gouttes de lait, etc... Tout cela est fort bien, évidemment, mais : « mieux vaut prévenir que guérir ».

Aussi, cherchons-nous, depuis bientôt trente ans que nous nous occupons de l'inventaire scientifique et de l'exploitation méthodique des richesses marines et fluviales de nos colonies, à obtenir des pêcheurs indigènes une préparation du poisson qui permette à sa consommation, au lieu d'être localisée près des côtes et à une courte distance des cours d'eau et des lacs, de se répandre au loin dans l'intérieur du pays et d'apporter aux populations qui en sont jusqu'ici privées, les éléments nutritifs dont elles ont tant besoin.

Cette question est résolue, depuis des millénaires, d'une façon élégante, en Extrême-Orient. Les Annamites font entrer, régulièrement, dans leur alimentation, un produit spécial, désigné sous le nom de « nuoc-mam », et dont il se consomme ,en Indochine, environ 100 tonnes par jour, soit l'énorme quantité de 36.000 tonnes par an. Le « nuoc-mam » a été particulièrement étudié par Rose, Krempf, etc... ; il est le résultat de la digestion du poisson par ses propres diastases, sous l'influence de formes bactériologiques spéciales et encore mal connues. Très riche en azote, il constitue, par conséquent, un produit alimentaire de premier ordre pour les populations indigènes dont la nourriture de base consiste en riz. Comme ce produit est facile à préparer en pays chauds, sous la forme liquide ou solide et que son transport, dans l'intérieur, ne présente, par conséquent, aucune difficulté, que, d'autre part, une petite quantité suffit pour fournir la dose d'azote nécessaire à l'alimentation humaine, pourquoi

n'essaierait-on pas d'en organiser la préparation et d'en développer la consommation dans nos possessions africaines (1) ? C'est un point sur lequel nous avons déjà attiré l'attention des autorités coloniales. Nous y reviendrons prochainement.

Les sous-produits de la pêche.

Mais on est loin d'utiliser la *totalité* des produits des pêcheries de nos colonies. C'est ainsi que nous voyons rejeter à la mer les poissons non alimentaires, les déchets de préparation, les foies, les vessies natatoires, etc..., toutes choses qui, traitées d'une façon appropriée, pourraient fournir à nos possessions et même à la métropole, des éléments particulièrement intéressants.

Que l'on s'imagine, en effet, la quantité formidable de farines et d'engrais de poisson qu'il eût été possible de préparer si l'on n'avait pas, normalement, rejeté à la mer, comme chose inutile, tous les mauvais poissons et les déchets de préparation des morues à Saint-Pierre, à Terre-Neuve, en Islande, etc...

On commence, aujourd'hui, à utiliser ces déchets de même que l'on tire parti, d'une façon beaucoup plus scientifique qu'autrefois, des foies de morues, pour la fabrication des huiles, des vessies natatoires pour l'ichthyocolle, etc...

Mais, dans les pêcheries indigènes, on rejette encore, le plus souvent, les vessies natatoires, parfois de fort belle taille, et cela sans profit pour personne, malgré les indications précises que nous avons fournies, à ce sujet, à plusieurs reprises.

Par contre, depuis la guerre, la peau de certains squales est utilisée, non seulement pour la maroquinerie, mais pour la fabrication de la chaussure, des courroies de transmission, etc... Des recherches scientifiques suivies ont en effet, montré tout le parti fort intéressant qu'on pouvait tirer de ces peaux qui présentent des conditions de résistance à la traction et à l'usure dépassant, de beaucoup, celle des cuirs d'animaux domestiques. Il faut donc s'attendre à ce que, d'ici quelques années, les peaux provenant des requins de nos pêcheries coloniales soient utilisées dans la plupart des industries du cuir.

Les ports de pêche coloniaux

Le mouvement des chalutiers métropolitains vers les côtes de nos Colonies, en particulier vers le Maroc et, sporadiquement tout au moins, vers celles de Mauritanie, ne pourra que s'accentuer lorsque, dans un avenir prochain, le grand port de pêche de Port-Etienne, situé dans la magnifique baie du Lévrier, sera organisé de façon à pouvoir fournir à ces bateaux tous les éléments de ravitaillement dont ils pourraient avoir besoin. Nous verrons alors s'intensifier, sur les côtes du Sahara et du Sénégal, la pêche industrielle. Partout où il ne sera pas possible de créer des bases de ravitaillement, le bateau usine, qui commence à se développer beaucoup en Allemagne et à apparaître en France, permettra de conserver à bord par des moyens frigorifiques et pendant de longues croisières, les produits alimentaires tirés de la pêche. Il permettra, également, de fabriquer sur place tous les sous-produits dont nous avons parlé plus haut et qui, à eux seuls, couvriront une partie des frais d'exploitation. C'est là, certainement, l'avenir de la pêche industrielle ; avenir prochain, qui montrera, mieux que l'on ne saurait le faire autrement, le rôle prépondérant des recherches scientifiques dans l'exploitation des richesses marines et fluviales coloniales.

Les laboratoires de recherches marines et coloniales

Du reste, aussi bien en France qu'à l'étranger, on s'est aperçu, depuis déjà un certain nombre d'années, du rôle important que doivent jouer ces recherches spéciales dans le développement des industries des mers. C'est ainsi que dans notre pays, au Muséum d'Histoire naturelle, a été créé un service spécial pour l'étude scientifique et technique des *pêcheries coloniales* et que de nombreuses missions ont été envoyées dans nos possessions lointaines dans le même but. Le gouvernement métropolitain, lui-même, a fondé, à Paris, l'Office scientifique et technique des Pêches maritimes. L'Indochine a organisé, sur les côtes d'Annam, un service océanographique appliqué à l'industrie des pêches, avec laboratoire à terre, bateau océanographique admirablement outillé et des laboratoires beaucoup plus modestes, il est vrai, ont été fondés à la Martinique, à la Guadeloupe, à la Réunion, en Nouvelle-Calédonie, dans le but d'établir dans les meilleures conditions possibles, l'inventaire scientifique des faunes marines et fluviales, d'en assurer, dans des conditions rationnelles, l'exploitation industrielle.

Dans les colonies étrangères, également, on n'a pas perdu de vue l'importance des investigations scientifiques pour le développement des pêcheries ; c'est ainsi que l'Angleterre a fondé, à Madras, le *Bureau des Pêcheries*, à Cape-Town le *Laboratoire de Biologie marine* ; que la Hollande a institué à Batavia un *Laboratoire for marine Investigations*, etc... Les travaux nombreux et importants qui sont sortis de ces différents établissements spéciaux ont permis de

(1) Nous avons appris, récemment, que des essais de consommation du « nuoc-man » ont été tentés en A. O. F. et ont donné d'excellents résultats.

faire connaître au public scientifique une faune particulièrement riche, et d'obtenir rapidement et dans des conditions particulièrement intéressantes, l'exploitation économique des richesses marines de ces pays lointains.

De plus en plus, les gouvernements coloniaux se rendent compte que le temps n'est plus où les exploitations industrielles, quelles qu'elles soient, devant atteindre une certaine envergure, peuvent se constituer empiriquement, sans étude préalable. La pêche, en particulier, surtout quand elle doit s'exercer en pays inconnus, demande pour être rémunératrice, à être appuyée sur des bases *scientifiques* aussi solides pue possible.

Quand il s'agit d'organiser de nouveaux champs d'activité pour les pêcheurs, il est du devoir absolu des gouvernements de les faire explorer scientifiquement par des missions officielles, avant d'y lancer des sociétés privées qui auraient la plus grande chance de courir à leur ruine.

Or, les recherches scientifiques marines, qu'elles n'aient aucun but d'application ou qu'elles tendent, au contraire, à l'industrialisation rapide d'une région déterminée, procèdent des mêmes méthodes.

A ce propos, qu'on nous permette de dire ici, en terminant, avec l'un des plus éminents océanographes français, le professeur Thoulet, que si « l'*Agriculture rationnelle sort des laboratoires de chimie, pour l'étude, pour l'exploitation de la mer, il faut, d'abord, des océanographes, après eux des zoologistes et, en dernier lieu, des pêcheurs.* »

INSUFFISANCE DANGEREUSE DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE DANS LES VIEILLES COLONIES

par Marius-Ary LEBLOND

On peut prendre comme type de nos vieilles colonies l'île de la Réunion, anciennement Bourbon. Elle a mérité d'être appelée l'Ile des Poètes pour l'importance et l'excellence de sa production littéraire, de Parny et de Bertin par Leconte de Lisle et Léon Dierx à Edouard Hervé et Joseph Bédier. La culture littéraire y est relativement très répandue et reste l'objet des soins principaux de maîtres choisis au lycée de l'île qui compte plus de 500 élèves.

La culture scientifique, qui exige des facultés et des laboratoires, n'est pas aussi favorisée. Cela paraît grave à double titre : bien des intelligences, spontanées et ingénieuses, versent à l'à peu près et s'entêtent en des originalités présomptueuses qui les rendent aussi dangereuses qu'elles pourraient être utiles ; celles qui ont le sens précieux de la discipline et du contrôle, les qualités supérieures du savant, doivent se borner à l'observation et à l'intuition. Joseph Hubert (1745-1825) était une sorte d'Arago colonal qui mérita d'être choisi comme membre correspondant de l'Académie des Sciences, ainsi que Lislet Geoffroy (1755-1838). Le docteur Eugène Jacob de Cordemoy a publié la *Flore de l'Ile de la Réunion*, fort réputée, en collaboration avec Charles Frappier de Montbenoît et l'ingénieur Camille Jacob de Cordemoy. Voici une grande famille créole que complète Hubert Jacob de Cordemoy, professeur à la Faculté de Marseille et publiciste, dont on ne saurait assez consulter l'*Etude sur la Réunion* ; le célèbre Guyon (1831-1920) a été membre de l'Académie de Médecine et de l'Académie des Sciences. Barquissau (1) cite à côté d'eux Jean Bertho, qui étudia après Bridet les cyclones, les docteurs Macauliffe père et fils, le docteur Chiffoliau, le docteur Auber qui a publié *Bourbon sanatorium*.

C'est un devoir capital pour le pays — qui vit d'agriculture, où la chimie s'impose chaque jour davantage — de développer la culture scientifique jusque dans des cours postscolaires. La Réunion est prédestinée à devenir le foyer scientifique de toutes nos colonies de l'océan Indien, de même qu'elle en est le foyer littéraire et patriotique. Comme de la France en Europe, la fonction des îles parmi les grands pays neufs environnants n'est pas de produire la quantité mais la qualité : elles ne peuvent subsister et s'enrichir que par les produits rares et une intellectualité intensive, ordonnée, appliquée. L'île doit savoir faire le sacrifice nécessaire, qui

(1) Dans *L'Ile de la Réunion*, de Raphaël Barquissau, Hippolyte Foucque, Jacob de Cordemoy, avec notice de Sicre de Fontbrune (Larose, éditeur), volume remarquable et fondamental que toutes les colonies ne sauraient assez consulter.

lui rapportera gros, car sa race si vive, zélée et dévouée y a droit. Elle ne peut manquer de fournir aux sciences françaises aussi prodigalement qu'elle l'a fait aux lettres. La métropole et les autres colonies, qui perdent autant que l'île au gaspillage de ces intelligences, doivent l'y aider pour la consolidation et le rayonnement — jusque dans les colonies étrangères voisines — de la Grande France.

Il ne sera pas superflu maintenant de nommer à l'occasion de l'Exposition, ses autres enfants célèbres, d'autant que la culture scientifique de ses amiraux ou de ses généraux est une précieuse indication pour ce que de meilleures méthodes obtiendraient de l'ensemble de l'île et des vieilles colonies.

Dans la marine : Amiral Bouvet, « terreur des Anglais dans la mer des Indes » ; amiral Bosse, qui commanda la Méditerranée ; amiral Lacaze, ministre de la Marine pendant la guerre, que Gallieni admirait pour sa finesse, son intelligence décisive, sa droiture, son énergie, universellement vénéré, qui ne vit que pour la patrie : président de l'Institut Colonial, de quelles belles œuvres (1) n'a-t-il pas été le lucide directeur ?

Dans l'armée : le général Bailly de Monthyon, l'un des lieutenants de Napoléon ; le général Roland, l'un des héros de Saint-Privat, où son frère, le colonel, trouva la mort ; le général Lambert, héros des Dernières Cartouches à Bazeilles, auxquels il faut adjoindre Juliette Dodu, l'héroïne de Pithiviers ; le colonel Bonnier, qui conquit Tombouctou, et son frère le général.

Dans l'aviation, Roland Garros, le plus personnel et complet des héros de l'air, sur qui il faut lire les deux volumes épiques d'Ajalbert. Il est le fils de Georges Garros, avocat et écrivain de talent énergique.

Dans l'administration, le gouverneur Henri Hubert Delisle, qui fonda le Muséum, une école professionnelle des Arts et Métiers, la Société des Sciences et Arts. Dans la politique, Guist'hau, après François de Mahy et Louis Brunet.

Barquissau a cité Charles Ollivier qui bombarda Casablanca, et il aurait pu citer le colonel Maillard, homme de sciences, qui fonda le lycée. Ces deux noms nous évoquent que bien d'autres ne figurent pas dans les manuels auxquels nous avons recouru. Sans parler de ceux que la guerre a fauchés. Un professeur devrait dresser le catalogue de toutes les notoriétés.

(1) Notamment pour le développement des croisades sanitaires en Afrique.

La conclusion de cet article est que la prodigalité de la Réunion en talents accuse la négligence de l'Administration métropolitaine *qui oublie de développer ces richesses intellectuelles, supérieures encore aux richesses économiques,* même pour utiliser le plus pratiquement cette profusion aux progrès et à la francisation de la grande île de Madagascar, qui même tendit souvent à sacrifier le lycée de la Réunion et la Réunion, « vieille colonie ». Le croiriez-vous ? Il n' ya qu'un homme pour diriger le lycée de la capitale (530 élèves) avec le service de l'Enseignement dans toute l'île. Raphaël Barquissau a courageusement signalé maintes faiblesses qu'on ne devrait pas tolérer plus longtemps dans une colonie dont les corps élus savent faire de sérieux sacrifices, et notamment *l'absence presque complète d'enseignement technique,* auquel on donne tant de soins dans les nouvelles colonies.

L'Administration métropolitaine est directement responsable, car le public lui-même, ne pouvant, à cause de la distance, recevoir le concours parisien si précieux à tant de villes de province, a pris de louables initiatives. En 1911, ont été fondés le Syndicat d'Initiative et le Musée, clef d'une organisation ultérieure. En 1913, M. Garbit fondait l'*Académie de la Réunion.* En 1920, fut reconstituée la *Société des Sciences et Arts* ; en 1921, l'*Université Populaire.* A la bibliothèque coloniale se sont ajoutées des bibliothèques circulantes. Archives et Muséum ont été sauvés. Depuis deux ans, existe une Station agronomique confiée à un jeune savant de beau talent, M. Kopp. Le vénérable agronome Auguste de Villèle publie une érudite *Histoire de l'Agriculture Réunionnaise* de Poivre à nos jours.

Le rétablissement du vice-rectorat permettrait immédiatement la création d'un enseignement technique et d'un enseignement postscolaire. La France doit le modeste effort de cette impulsion à l'île des Poètes et des Amiraux. Il lui est si précieux de posséder aux antipodes, au cœur de l'Océan Indien — Méditerranée de l'hémisphère austral — cette petite Grèce rêveuse qui a la piété de sa littérature et de ses arts, une puissance radio-active incomparable de diffusion pour son génie . La Réunion est tout ensemble le plus pur et ardent foyer de civilisation française et l'île parnassienne de beauté où il faut inviter à aller tous ceux qui, dans ce siècle de mercantilisme épuisant, ont besoin de faire une cure de poésie.

L'UNIVERSITÉ SAINT-JOSEPH DE BEYROUTH

par Louis JALABERT
de l'Académie des Sciences coloniales

C'est en 1875 que, commencés deux ans plus tôt, furent achevés les bâtiments qui devaient recevoir le nom d'Université Saint-Joseph.

Avec sa façade de 103 mètres de longueur, ses trois ailes perpendiculaires à la façade, d'un développement de 57 mètres, ses terrasses et ses créneaux, le bâtiment a grand air. Au moment où il surgissait de terre, Beyrouth ne pouvait lui opposer rien de comparable, pas même le Syrian Protestant College qui, plus vaste, mais composé de multiples pavillons, n'a cependant rien de monumental.

Dès 1875, le Séminaire et le Collège, qui depuis bientôt trente ans vivaient côte à côte dans l'ancien palais des émirs Chéhab à Ghazir, étaient transportés dans les nouveaux bâtiments. Etabli à son aise dans l'aile qui lui était réservée, le Séminaire accueillait des candidats au sacerdoce de tous les rites unis, tandis que le Collège — un grand Collège secondaire combinant avec notre programme l'enseignement de l'arabe littéraire — s'ouvrait aux enfants de toutes les religions : catholiques, dissidents, musulmans, druzes et israélites. En 1881, le Séminaire recevait du Saint-Siège le droit de conférer le doctorat en philosophie et théologie, et ce privilège pontifical valut à la maison le titre d'Université qu'elle a toujours porté depuis.

Œuvre essentiellement vivante, l'Université Saint-Joseph devait prospérer et se développer. Autour du noyau primitif, — le Collège et le Séminaire, avec une Faculté de Philosophie et de Théologie, — se grouperont des organismes nouveaux qui compléteront l'Université dans la ligne universitaire.

Des Facultés nouvelles ouvertes aux étudiants laïques, la première à s'agréger à l'Université Saint-Joseph fut la Faculté de Médecine. Les missionnaires ont toujours plus ou moins pratiqué la médecine : le Fr. Henze, un des premiers débarqués en 1831, fervent homéopathe, distribuait force globules qui avaient au moins l'avantage de ne tuer personne, et le P. Ryllo avait des commencements dans la culture médicale. Il était donc tout naturel que les fondateurs de l'Université songeassent à lui annexer une Ecole de Médecine. Ce qui est plus original et singulièrement symptômatique, c'est de voir, dès le début, la création connaître un caractère officiel, et de rencontrer associés, parmi ceux à qui le projet dut de voir le jour, avec le P. Normand et le P. Mazoyer, Gambetta, Jules Ferry et de Freycinet. Au lendemain de 1880, cette manière d'union sacrée ne manque pas d'un certain pittoresque ironique. Donc, en 1883, l'Ecole s'ouvrait avec 11 élèves ; trois Pères et deux médecins laïques constituaient tout le personnel enseignant. En 1888, satisfait de l'expérience, le Gouvernement consacrait le titre d'Ecole de Médecine attribué à l'institution naissante ; puis il l'érigeait en Faculté, et en 1898, il lui accordait l'inappréciable privilège du Diplôme d'Etat.

En 1902, profitant de la situation hors de pair que lui avait value, dans le monde savant, des arabisants distingués tels que les Pères Louis Cheikho, Henri Lammens, Antoine Salhani, Louis et Sébastien Ronzevalle, ce dernier par surcroît archéologue de haute valeur, l'Université créa par ses propres moyens une Faculté Orientale où seraient enseignées, avec les langues principales de l'Orient, l'Histoire, la Géographie, l'Archéologie et l'Epigraphie orientales. Aux cours théoriques et pratiques, s'ajouteraient des voyages scientifiques et des recherches originales, poursuivies par les étudiants sous la direction des professeurs, que sanctionnerait un diplôme de doctorat ès-sciences orientales. Une bibliothèque, d'une richesse exceptionnelle tant en manuscrits qu'en imprimés, rivalisant avec les plus célèbres bibliothèques spécialisées de l'Europe, ne contribuerait pas peu à attirer les étudiants désireux de s'initier aux langues et à la civilisation de l'antique Orient.

Onze ans plus tard (1913), avec le concours de l'Université et de la Chambre de Commerce de Lyon, l'Université s'enrichissait encore de deux nouvelles écoles supérieures : une Ecole de Droit et une Ecole d'Ingénieurs.

Ainsi s'achevait, à la veille de la guerre, l'édifice intellectuel beyrouthain ; à la réserve de la Faculté des Lettres, l'Université Saint-Joseph, avec ses six Facultés, comprenait tout l'ensemble des branches universitaires. Elle y avait même ajouté un observatoire. Créé en 1907 par un ancien professeur de mathématiques des Facultés catholiques de Lyon, le P. Berloty, l'observatoire de Ksara, sans pouvoir rivaliser avec son frère aîné le célèbre observatoire de Zi-Ka-Wei, n'en comprend pas moins les services ré-

guliers : météorologique, magnétique, sismique et astronomique, que doit comporter tout observatoire digne de ce nom.

La grande guerre est survenue, dispersant et décimant les ouvriers, livrant au pillage les immeubles abandonnés, laboratoires, bibliothèque, jardin botanique, observatoire.

Dès le lendemain de l'armistice, dans la Syrie réouverte à la France, les missionnaires reprenaient leur œuvre et se remettaient à cette besogne de releveurs de ruines qui leur a souvent été dévolue. Dix ans ont passé depuis : veut-on mesurer, avec le chemin parcouru, les progrès réalisés ?

Bâtie pour 60 élèves, — chiffre auquel s'élevaient en 1882 les prévisions les plus optimistes, — dès avant la guerre, la petite Faculté de Médecine s'était trouvée à l'étroit avec les 350 élèves qu'elle comptait alors. En 1911, il avait fallu construire. Grâce à une heureuse gestion, la Faculté put prendre à son compte cette lourde charge. Cette fois-ci, on s'installa hors de ville; mais dans un vaste terrain, qui devint un magnifique jardin botanique, on put faire grand et clair et aéré. Grâce à ses amphithéâtres immenses (600 places), aux pavillons séparés dans lesquels sont installés les divers services complémentaires et les laboratoires, la Faculté était désormais à l'abri de la crise du logement.

De nouveaux organismes sont venus s'ajouter à l'enseignement théorique, aux cliniques et polycliniques. Ce fut d'abord une Maternité, doublée d'une polyclinique gynécologique, inaugurée en 1896. En 1913, la Faculté créait par elle-même un Institut antirabique qui devait rendre d'inappréciables services. En 1919, au lendemain de la guerre, dans les locaux réparés et hâtivement réorganisés, en même temps que se réouvraient les cours, prenaient naissance deux Instituts de recherches et d'analyses, l'un consacré au domaine de la bactériologie, et l'autre à celui de la chimie. A la rentrée de 1920, la Faculté s'accroissait encore d'une Ecole Dentaire et, deux ans plus tard, une Ecole de Sages-Femmes venait compléter, pour le plus grand bien des populations, la Maternité. Enfin, en 1925, le Haut-Commissariat fondait un Institut de Physicothérapie et de lutte contre le cancer qui, bien qu'en marge de la Faculté, travaille d'accord avec elle et avec le concours de ses professeurs.

Mais de tous les accroissements reçus par la Faculté depuis la guerre, le plus notable et le plus fécond en avantages pratiques est sans contredit l'Hôtel-Dieu de France. Depuis sa fondation, la Faculté était tributaire, pour son enseignement clinique, de l'Hôpital du Sacré-Cœur tenu par les Sœurs de Charité. Suffisant au début, il fut bientôt trop petit pour recevoir autour des lits de ses malades la population étudiante démesurément accrue. Il fallut chercher ailleurs. On chercha, on fit des essais. De ces vicissitudes se dégageait cette conclusion que la Faculté ne serait vraiment telle qu'on la souhaitait que du jour où elle posséderait son propre hôpital d'enseignement. Ce projet, le R. P. Cattin, le légendaire Chancelier de la Faculté qu'il gouverna pendant 20 ans avec une énergie et une hauteur de vue qui firent l'admiration de tous les inspecteurs qui se succédèrent à Beyrouth de 1895 à 1923 ; ce projet, le P. Cattin l'avait longuement mûri, il s'était assuré de quelques capitaux et, au printemps de 1914, il avait déjà entrepris les premiers travaux. Après la guerre, il fallut tout reprendre sur de nouvelles bases, dans des conditions autrement onéreuses. Heureusement, le Général Gouraud, Haut-Commissaire de France en Syrie, comprit l'importance de l'œuvre et son absolue nécessité. Avec une décision de soldat, il affecta à cette fondation un important reliquat de budget. Le premier coup de pioche fut donné sur le chantier, le 12 janvier 1922 ; le 29 mai de l'année suivante, le Général Weygand présidait la cérémonie de l'inauguration, et le 1er janvier 1924, la Faculté prenait possession, pour ses cliniques, des bâtiments achevés. Avoir réalisé en moins de deux ans la construction et l'aménagement d'un hôpital tiendrait du prodige, si l'on ne se souvenait de l'Université Saint-Joseph sortait de terre tout équipée, en deux ans, elle aussi, et si l'on n'avait eu pour exécuter ce tour de force un architecte tel que le P. Mattern. En 1924, cependant, le plan de l'Hôtel-Dieu de France était loin d'être achevé : restaient à bâtir deux ailes et la façade monumentale : ce sera l'œuvre du R. P. Chanteur, l'actuel Chancelier de la Faculté. Il sut, — au prix de quelles difficultés ! — réunir les capitaux et pousser les travaux avec une énergie que récompensait d'année en année la génération — non point spontanée, combien laborieuse au contraire ! — d'un pavillon nouveau, d'une aile complémentaire. Quelques efforts encore, et s'achèvera cet Hôpital, le plus beau que possède la France dans tout le bassin de la Méditerranée, le plus utile aussi puisqu'il sert à la formation médicale de plus de 200 étudiants et à l'hospitalisation de milliers de malades chaque année (37.000 journées d'hospitalisation en 1929) qui viennent y retrouver la santé, sous le signe de la charité française.

Voilà donc définitivement constituée, dans son harmonieuse et puissante unité, une des plus belles créations destinée à l'enseignement médical français hors de France. Unique en son genre, la Faculté de Médecine de Beyrouth est une Faculté libre. Dirigée et administrée par les Jésuites qui lui donnent un Chancelier, un vice-Chancelier et des Professeurs pour les cours de sciences et jouissent du droit de nomination

à toutes les branches de l'enseignement ; subventionnée par le Gouvernement français qui en rétribue tout le personnel enseignant, y compris les religieux ; inspectée par un jury qui vient chaque année y faire subir les examens et décerner les diplômes, diplôme d'Etat de valeur égale à celui qu'obtiennent les étudiants des Facultés métropolitaines ; assistée et conseillée depuis cette année par un Conseil supérieur qui siège au Quai d'Orsay, la Faculté beyrouthaine présente l'exemple le plus remarquable de ce que peut réaliser l'étroite et confiante collaboration des pouvoirs publics avec les missionnaires.

Les Ecoles de Droit et d'Ingénieurs ont repris, elles aussi, leur course vers le progrès. On a moins à y attendre du temps, sous le rapport de la croissance, car le champ y est plus délimité que celui de l'enseignement de la Médecine. Il a cependant aidé le travail des fondateurs : de l'Association lyonnaise qui en a eu l'initiative, et des Jésuites qui en ont assumé le gouvernement et y donnent une partie de l'enseignement. La Faculté de Droit s'est installée dans l'ancienne Faculté de Médecine devenue vacante à l'heure opportune ; l'Ecole d'Ingénieurs a construit ses laboratoires d'expériences et d'essais industriels, ses ateliers... Et toute cette ruche bourdonnante s'active.

Si nous ajoutons aux trois Facultés, le Cours préparatoire qui achève de donner l'initiation élémentaire aux candidats venus de tous les milieux et de toutes les régions du Proche-Orient ; la Bibliothèque orientale, avec ses inépuisables richesses accessibles à tous les travailleurs qu'attirent, de jour en jour plus nombreux, aussi bien la réputation des instruments de travail que le prestige des maîtres qui y ont été formés ou qui continuent à y dispenser à tous le concours le plus bienveillant ; l'Imprimerie d'où sont sorties d'importantes publications en langues orientales et européennes dans toutes les branches de l'orientalisme théorique et pratique (75 ouvrages, totalisant 204.000 exemplaires pour la seule année 1928) ; l'Observatoire de Ksara qui prêta son concours au Service Géographique de l'Armée pour l'établissement des points de départ de la carte géodésique, et qui, en liaison avec l'aviation et la division navale, assume la direction des services météorologiques de la Syrie, — on pourra se faire une idée de la réalité imposante et bienfaisante qu'est, pour la Syrie, dans le domaine de l'enseignement secondaire et supéreiur, l'Université Saint-Joseph de Beyrouth. Faut-il donc s'étonner que Maurice Barrès, émerveillé et ému de voir le renom de la bienfaisance française porté si haut par cette création missionnaire, ait salué dans l'Université des Jésuites : « le phare spirituel de la Méditerranée orientale » ?

Si noble qu'elle soit, une image laisse toujours derrière elle, après qu'on a joui de sa nouv auté et de sa splendeur, une vague inquiétude. Les poètes sont tellement habitués à voir en beau, et puis le mirage oriental est si facilement décevant !

Voulez-vous vous rassurer par quelques chiffres ? Avec une moyenne qui oscilla, pendant 30 ans, entre 450 et 550 élèves, et depuis la guerre a passé de 600 à 800, essayez de calculer les milliers d'élèves qui ont passé par le Collège et y ont reçu une formation secondaire. Du Séminaire sont sortis 3 patriarches, dont le Patriarche actuel des Maronites, vingt-quatre évêques et plus de 200 prêtres. Deux cents villages donc, au moins, qui comptent un prêtre instruit, pieux, sérieusement formé, parlant français et aimant la France à qui il doit son éducation.

La Faculté de Médecine a délivré le diplôme de doctorat à 850 médecins et à 150 pharmaciens. Dispersés dans tout l'Orient, de la Mer Noire au Golfe persique, de la Méditerranée à la Perse, dans les îles de l'Archipel, en Egypte, au Soudan, au Maroc, dans les colonies africaines, en Extrême-Orient, et jusqu'en Amérique, partout; où ils s'en vont s'installer, ils portent, avec l'exemple du dévouement puisé au contact de leurs maîtres, le bon renom et l'amour de la science française.

Plus jeunes, l'Ecole de Droit et l'Ecole d'Ingénieurs, surtout riches de promesses, la première avec ses 210 étudiants et la seconde avec ses 61 apprentis-ingénieurs, ont déjà cependant donné au pays nombre de spécialistes capables et fort utiles.

Ces chiffres ont par eux-mêmes leur éloquence. Mais un autre fait s'en dégage qui les dépasse. A l'heure lointaine de la fondation, les premiers ouvriers ne lisaient pas dans l'avenir. Ils se préoccupaient surtout de créer une élite et de permettre aux chrétiens, tenus à l'écart des fonctions publiques, de s'ouvrir un accès aux carrières libérales. Ainsi peu à peu se civiliserait la masse sur laquelle pesait le joug déprimant de la domination musulmane. La libération est venue, et avec elle se sont fait jour les premières aspirations nationales. Il s'est trouvé que la longue prévoyance des missionnaires avait préparé, pour l'heure de la liberté, une classe moyenne capable d'en retirer le bienfait, et une élite intelligente et cultivée à même de prendre la direction des nations libérées. Est-ce le hasard, n'est-ce pas bien plutôt la légitime récompense de tant d'années de luttes persévérantes, au cours desquelles tombèrent sur la brèche plusieurs générations de missionnaires morts à la peine, si le Liban est gouverné par un ancien élève de l'Université, si presque tous les Présidents du Conseil, la majorité des ministres, des hauts fonctionnaires qui président aux destinées du pays sont des anciens de celle qu'ils appellent

— se souvenant du latin appris sur les bancs du Collège — l'*Alma Mater* ? La France a reçu, magnifique et pratique, la récompense de son long dévouement désintéressé, quand elle a vu venir à elle, pour la seconder dans son mandat, ceux qui devaient être ses plus dévoués collaborateurs.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématique

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Juillet-Août 1931). — *Théorie des fonctions.* Soit $f(x)$ une fonction entière d'ordre ρ, fini ou non, et telle que les zéros de $f(x)-g(x)=0$ aient un exposant de convergenre $<\rho$; $g(x)$ est un polynome ou une fonction entière d'ordre $<\rho$; de plus, il y a une suite de cercles C_p, vus de l'origine sous un angle infiniment petit avec $1:p$ et tels que si $h(x)$ est un polynome ou une fonction entière d'ordre $<\rho$, et $=f=g^n(x)$ l'exposant de convergence des zéros de $f^{(n)}-h$ intérieurs aux C_p soit égal à ρ. Ce théorème, qui avait été établi par M. *H. Milloux*, précise un résultat récent de M. F. Bureau.

Analyse. 1. M. *S. Stoilow* considère l'ensemble de toutes les fonctions uniformes dans un domaine quelconque et telles que les valeurs obtenues par le prolongement de l'inverse, ne sortent pas du domaine dans lequel on considère la fonction donnée. Dans le cas où la fonction est méromorphe et où l'ensemble de ses valeurs limites dans le domaine recouvre tout le plan, les valeurs prises p fois au plus par la fonction forment un ensemble totalement discontinu. La théorie des valeurs asymptotiques d'Iversen peut être à ces fonctions. Les résultats précédents peuvent être généralisés dans le cas de fonctions non-uniformes.

2. M. *M. Fekete* étudie les suites $\{\lambda_n\}$ telles que si a_n b_n sont les coefficients de Fourier d'une fonction quelconque à variation bornée, $\lambda_n a_n$, $\lambda_n b_n$ soient aussi les coefficients de Fourier d'une fonction du même type, et telles en outre, que partout où la première fonction est continue ou artificiellement discontinue, il en soit de même de la seconde.

3. M. *M. Ghermanesco* retrouve et complète des résultats de M. Jean-Pierre Robert et de M. Miron Nicolesco, sur les fonctions n-métaharmoniques de p variables. Par exemple, si la fonction est n-métaharmonique dans un domaine D en dehors duquel elle peut être prolongée, le prolongement est unique.

4. Récemment M. Gosse a donné les conditions pour qu'une équation :

$$\frac{da(x,y,z,p)}{dy} + ab(x,y,z,q) + h(x,y,z,q) = 0$$

admette deux involutions d'ordres 2 et $n(>2)$. M. J. *Pasquier* a repris le même problème par une autre voie qui le ramène à des conditions formées autrefois par M. Lainé et M. Gosse.

5. Etant donnés deux systèmes en involution d'équations linéaires M. *G. Ppeiffer* donne une condition moyennant laquelle le système formé par la réunion des précédents est complet.

6. M. *Georges Giraud* étend la notion d'équation linéaire du type elliptique et démontre pour une telle équation l'existence d'une solution élémentaire principale, qui sert à résoudre des problèmes de Dirichlet et de Neumann et à étendre un théorème de M. E. Picard.

7. M. *E. Kogbetliantz* étudie la sommabilité (par le procédé de Cesarò ou de l'intégrale d'Euler) des séries d'Hermite ou de Laguerre.

Géométrie différentielle. 1 et 2. Précédemment, M. *Paul Delens* a montré comment on peut établir a théorie euclidienne des congruences par la méthode du repère mobile. Il indique comment on peut fonder, par un procédé analogue, la géométrie affine ou projective des congruences.

Dynamique. En s'appuyant sur les propriétés des nombres de Liouville M. *Lucien Féraud* montre que la stabilité d'une trajectoire à deux paramètres au voisinage d'un point donné dépend de la nature arithmétique d'une certain nombre que l'on peut calculer au moyen des données initiales.

Mécanique céleste. 1. Avec Tait et Thomson M. *Pierre Dive* appelle homoïde toute couche de densité uniforme comprise entre deux surfaces fermées homothétiques par rapport à un point intérieur; et il montre que tout homoïde n'exerçant aucune action dans sa cavité et nécessairement ellipsoïdal.

2. M. *D. Belorizky* établit que dans le cas où le problème des trois corps admet la solution équilatérale de Lagrange, la solution de Sundmann a une convergence extrêmement lente.

Hydrodynamique. 1 et 2. M. *Alfred Rosenblatt* étudie les mouvements des liquides visqueux incompressibles. Dans une première note, il détermine tous les mouvements irrotationnels à symétrie axiale effectués dans les plans méridiens et pour lesquels les pressions sont normales aux lignes de flux. Une seconde note envisage la stabilité des mouvements laminaires; l'auteur s'occupe plus spécialement des mouvements fondamentaux nuls et des perturbations évanescentes à l'infini. Le cas des perturbations périodiques est plus difficile à cause de la présence des petits diviseurs.

3. Dans les recherches sur l'écoulement en déversoir, il est préférable d'employer non pas le principe du maximum de débit, de Belanger, mais un autre principe, basé sur la notion de puissance hydraulique, et que M. Maurice Golaz formule ainsi : la forme stable du déversement est celle qui, dans des conditions extérieures données, développe le maximum de puissance dans la section où s'établit le parallélisme des filets liquides.

Elasticité. 1. M. *Maurice Callandreau* énonce diverses propositions géométriques qui permettent de retrouver et de compléter les résultats de M. Bertrand de Fontviolant, sur les relations entre les déformations et les éléments de réduction des forces extérieures.

2. M. *G. Kolossoff* montre comment on peut étendre les formules de M. Schwarz, de M. Dini et de M. Villat aux problèmes plans d'élasticité.

3. Dans le calcul d'un hourdis nervuré, on admet que chaque nervure forme, avec une bande de hourdis de largeur *b* une poutre en T dont la section peut être considérée comme indéformable. M. *Tournayre* montre que le calcul de *b* se ramène à un problème d'élasticité plane, à condition d'envisager seulement les valeurs moyennes des tensions dans l'épaisseur du hourdis.

René Garnier.

Physique

La structure des liquides. — La structure des liquides est accessible, dans une certaine mesure, à la spectrographie des rayons X, ainsi que l'a exposé Sir William Bragg (1), dans une conférence à la Royal Institution, en mai 1931.

Bragg a rappelé tout d'abord de quelle manière, après avoir traversé une poudre cristalline, un mince pinceau de rayons X vient impressionner la plaque photographique. Au développement, on constate, autour de la tache centrale, un système caractéristique d'anneaux concentriques. A toute substance cristalline, correspond un système donné d'anneaux, qui l'identifie parmi toutes autres substances.

Lorsqu'on fait fondre la poudre cristalline, elle ne cesse pas, une fois liquide, de fournir des anneaux sous les rayons X. Ces anneaux, bien que devenus de beaucoup moins nets, n'en conservent pas moins leur caractère général, ce qui conduit à chercher leur genèse dans la structure intime de la matière. Les configurations préexistant dans le cristal ne s'effaceraient pas complètement au cours de la fusion, et les liquides comporteraient des groupements moléculaires plus ou moins permanents, rappelant ceux des réseaux solides. Un argument à l'appui de cette hypothèse est le fait que, dans un grand nombre de cas, les densités des phases solide et liquide demeurent assez voisines, de part et d'autre du point de fusion.

Les processus consécutifs à la formation des anneaux des spectrogrammes X des liquides, sont à rapprocher de ceux qui interviennent pour les halos observés maintes fois, par chacun de nous, autour de la lune. D'après l'explication, proposée déjà par Young, il y a quelque 130 ans, les halos de la lune sont imputables à la diffusion de la lumière par les particules de brouillard. Tandis que, dans le cas général, notre œil reçoit, à partir des diverses particules, sans en trahir la sensation, des radiations en désaccord de phase, au contraire, dans le cas particulier où ces radiations sont en phase, l'effet devient cumulatif, et provoque précisément la perception des halos.

Le raisonnement se transpose fidèlement dans le cas du rayonnement X, le rôle de centres diffusants étant alors joué par les électrons. Avec des radiations diffusées en phase, et des effets devenus cumulatifs, il y a apparition d'anneaux sur la plaque photographique, chaque électron de chaque atome contribuant à l'effet total.

Pour terminer, Bragg souligne la grande complexité des problèmes soulevés, en indiquant d'ailleurs que les études entreprises sur le sujet, n'en sont encore qu'à leurs tout premiers débuts.

S. V.

(1) *Engineering*, 29 mai 1931.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

Installations de bord pour la récupération de l'énergie. — L'économie d'ensemble d'une installation quelconque de force motrice ne s'apprécie pas seulement d'après le mérite intrinsèque des appareils, mais aussi en raison des mesures qui ont été adoptées en vue de réduire au minimum les pertes d'énergie qui résultent inévitablement du fonctionnement normal de toute machine. Le souci de la récupération a pu être poussé très loin dans les installations fonctionnant à terre ; on conçoit que les appareils marins, soit par défaut de place, soit pour éviter des complications inadmissibles, ne puissent bénéficier de tous les progrès réalisés dans cette voie. Il n'en est que plus intéressant de signaler les dispositifs conçus en vue d'obtenir un résultat utile et de fonctionnement réellement pratique.

Pendant fort longtemps, on s'est peu soucié de certains gaspillages, dont l'importance ne pouvait cependant échapper à personne. Ainsi, notamment, en ce qui concerne la quantité considérable de chaleur qu'emportent, par les cheminées, les gaz chauds et les fumées de la combustion. Les appareils susceptibles d'utiliser cette énergie perdue ont été, tout d'abord réservés, soit aux chaudières des navires de guerre, soit à celles des grands paquebots. Aujourd'hui, il n'est pas de simple cargo qui ne soit muni de faisceaux tubulaires destinés au réchauffage de l'air carburant.

Tous ces dispositifs ont été, d'ailleurs, très perfectionnés ; j'ai indiqué, dans une note précédente (25 avril 1931), le principe d'un nouvel appareil, ayant pour fonction d'utiliser encore la chaleur contenue dans les gaz de combustion évacués par les cheminées, en vue d'assécher et de surchauffer légèrement la vapeur provenant de l'échappement des auxiliaires et destinée à réchauffer à son tour l'eau d'alimentation des chaudières.

Voici une tentative toute récente, ayant abouti à un résultat expérimental positif, et dont le principe n'avait pas encore été envisagé jusqu'à ce jour. Elle a été exposée dans un mémoire que M. Brillié, ingénieur en chef de la *Cie générale Transatlantique*, a présenté en juin dernier à *l'Association technique maritime et aéronautique*.

On sait que le fonctionnement des condenseurs des machine à vapeur marines est assuré au moyen d'une circulation d'eau de mer; une pompe refoule l'eau, puisée en-dessous de la flottaison, à travers les tubes d'un condenseur par surface pour la rejeter ensuite à la mer. L'eau de circulation emporte donc une quantité de chaleur notable provenant de la vapeur condensée et qui constitue une perte d'énergie importante. C'est à la récupération partielle de cette énergie que tend le dispositif expérimenté.

Dans les installations à terre, notamment les centrales électriques, il est relativement aisé de procéder à cette récupération, sous forme d'énergie, ainsi par exemple en utilisant un système analogue au procédé Claude. A bord,

les considérations de poids et d'encombrement ne permettent guère d'envisager la réalisation pratique d'une installation de ce genre. Aussi le procédé en question, imaginé par M. Gosselin, inspecteur des machines de *la Cie générale Transatlantique*, se fonde-t-il sur un tout autre modèle de récupération. Il vise à utiliser l'écart de température qui existe entre l'eau de mer prise au-dehors et cette même eau à la sortie du condenseur, pour obtenir de l'eau douce. Le principe est le suivant : une partie de l'eau de mer chaude sortant du condenseur est dirigée dans une enceinte close où elle est dispersée dans un évaporateur. D'autre part, l'enceinte fait corps avec un condenseur par surface spécial, qui est parcouru par un courant d'eau de mer froide, prélevé sur la circulation des condenseurs principaux. Les dimensions de ce condenseur spécial sont calculées de façon à obtenir une température aussi basse que possible pour la condensation des vapeurs de l'eau chaude issues de l'évaporateur. L'eau condensée de la sorte est ensuite envoyée au condenseur principal.

La difficulté à résoudre provenait de la différence relativement faible des températures de l'eau de mer à son entrée et à la sortie du condenseur principal, cette différence ne dépassant pas en général de 10 à 20°.

Une installation d'essai a été établie par la *Sté de Condensation et d'Applications mécaniques*, spécialiste dans la question de production d'eau douce à basse température dans les centrales à terre, agissant après entente avec la *Transatlantique*. Les résultats ont été fort encourageants; la quantité d'eau douce produite a largement dépassé les prévisions.

Au cours des expériences, qui ont été poursuivies à des débits et des températures variables, on a obtenu, pour un débit horaire d'une centaine de mètres cubes d'eau de mer chaude, à une température variant de 26°5 à 40° (à l'entrée de l'évaporateur), et pour une température de l'eau de refroidissement comprise entre 13°7 et 17°7, une quantité d'eau douce variant de 625 à 1270 litres. Le dispositif réalisé n'était pas établi de façon à obtenir une eau très pure; néanmoins la teneur en sels de l'eau condensée n'a pas dépassé 2 à 4 milligrammes par litre.

M. Brillié envisage, dès à présent, des installations de bord basées sur le même principe et devant donner des productions horaires de 500 à 1.000 kgs. Pour 500 kgs d'eau douce, par exemple, il suffirait d'un débit horaire d'eau de mer chaude de 60 mètres cubes,, le refroidissement étant d'autre part assuré par une circulation de 60 m³ également d'eau froide. La dépense de vapeur vive pour le fonctionnement de la pompe d'extraction et de l'éjecteur-compresseur qui constituent l'appareillage de l'installation, ne dépasserait pas 60 kgs.

Mais la récupération de l'énergie présente un intérêt non moins capital pour les navires équipés de moteurs Diésel. On sait que les gaz d'échappement peuvent emporter environ 29 o/o de la chaleur contenue dans le combustible. Dans les moteurs à deux temps, les gaz d'échappement sortent à une température de 255 à 285°, par suite de la dilution qu'ils subissent dans l'air de balayage; mais pour les moteurs à quatre temps, cette température atteint de 365 à 395° Les systèmes de compoundage et de suralimentation ont précisément pour but d'utiliser l'énergie contenue dans les gaz d'échappement, en les faisant travailler dans une turbine spéciale.

Le moyen le plus répandu de récupérer une partie de la chaleur ainsi dissipée consiste à envoyer les gaz chauds dans une chaudière, en vue de produire de la vapeur, destinée au réchauffage des locaux ou des soutes ou à tout autre usage pratique. Les chaudières de ce genre, dites d'échappement, sont conçues sur un principe tout différent de celui des chaudières ordinaires. Elles n'utilisent pratiquement que la chaleur de convection et doivent offrir un développement considérable des surfaces de contact direct avec les gaz. La chaudière fonctionne en quelque sorte comme un silencieux à refroidissement par circulation d'eau. Il existe dès à présent des appareils de ce type très perfectionnés et donnant des rendements appréciables.

Louis Basso.

Statistique

Production de pâte à papier et de papier en Norvège. — Cette production en 1929 a dépassé toutes les précédentes, elle fut de :

	tonnes	valeur en couronnes
Pâtes mécaniques	1.021.904	46.900.000
Cellulose	446.978	100.600.000
Papier	378.052	117.500.000
Carton	27.567	

(Une couronne représente à peu près 6,80 francs français).

Le nombre des fabriques était :

Pâtes mécaniques	62
Cellulose	27
Papeteries	66

Le recueil des statistiques norvégiennes donne en détail la répartition de cette production en les diverses catégories de pâtes et des papiers : ces nombres sont reproduits dans *Le commerce franco-norvégien* publié par la Chambre de Commerce franco-norvégienne à Oslo (octobre 1930).

L'exportation a été la suivante :

Pâtes mécaniques	603.748 tonnes
Cellulose	274.768 —
Papiers	314.497 —
Cartons	15.992 —

L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 septembre 1931

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Ghermanesco* (transm. par M. E. Goursat). — **Sur les fonctions *n*-métaharmoniques.**

— *Walter Saxer* (transm. par M. Elie Cartan). — **Sur les familles de fonctions mésomorphes de plusieurs variables.**

HYDRODYNAMIQUE. — *H. Poncin.* — **Sur le mouvement d'un fluide autour d'une cavitation.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *L. Goldstein* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur la distribution de l'intensité dans les bandes continues du spectre de H^2.**

ASTRONOMIE — *E. Esclangon.* — **Sur l'observation de l'éclipse de Lune du 25 septembre 1931 faite en Haute-Provence.**

Les observations ont été faites à Nuson (Basses-Alpes), par un ciel extrêmement pur et une atmosphère très transparente et très calme, ce qui a permis de constater une

très forte différence de coloration et d'intensité de l'ombre terrestre projetée sur la Lune, en fonction de la distance au centre de l'ombre. L'Auteur relate dans cette Note les diverses observations qu'il a faites et qui mettent en évidence l'intérêt de mesures photométriques et calorimétriques précises des éclipses de Lune; elles peuvent conduire à une connaissance plus parfaite des propriétés optiques de l'ombre terrestre, très fortement variables des bords au centre et peut-être aussi, variables dans le temps.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *H. Mémery.* — **Quelques remarques sur la durée de la période solaire actuelle.**

Le fait le plus curieux de la période solaire actuelle est celui de sa courte durée. Au siècle dernier, on compte bien 10 ans du minimum de 1823, à celui de 1833, mais l'intervalle n'est plus de 8 ans, c'est-à-dire exceptionnellement court, entre le maximum 1828-1829 et celui de 1837. Pour la période actuelle, il semble que cet intervalle sera d'aussi courte durée; en effet depuis le maximum 1928-1929, la diminution des taches solaires se montre très rapide.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *E. Mathias* et *G. Grenet.* — **Le champ électrique au sommet du Puy-de-Dôme.**

L'hiver a montré une variation du champ à oscillation simple avec minimum de 120 v/m très étalé entre 1 h. et 3 h. et maximum de 240 v/m à 15 h., une sorte de palier vers midi et quelques irrégularités.

Au printemps, même allure générale et irrégularités plus prononcées.

En été, variation à 2 maxima avec beaucoup d'irrégularités.

La variation annuelle avec minimum en été et maximum en hiver se rapproche de celle obtenue dans la plupart des stations, mais elle ne concorde pas avec celle observée sur deux sommets élevés (du Pic du Midi, 2860 m. et Zugspitzgipfel, 2960 m.) où le champ est maximum en été et minimum en hiver.

CHIMIE PHYSIQUE. — *W. Swietoslawski* (prés. par M. Matignon). — **Sur une nouvelle méthode ébullioscopique pour étudier les hétéro-azéotropes ternaires.**

CHIMIE ANALYTIQUE. — *E. Carrière* et *Jaussens* (prés. par M. Matignon). — **Dosage du fluor à l'état de fluorure de calcium.**

Le dosage pondéral du fluor des fluorures alcalins à l'état de fluorure de calcium suivant la méthode de MM. Carrière et Rouanat, généralisée par MM. Carrière et Jaussens a fait l'objet d'une critique de M. P. Mougnaud. Les auteurs exposent, dans cette Note, que ces critiques ne leur paraissent pas fondées.

L. Franchet.

BOTANIQUE. — *L. Daniel.* — **Sur la descendance du Soleil annuel greffé sur Topinambour.**

Chez le Soleil annuel greffé sur Topinambour, certains épibiotes portent des capitules géants et produisent une proportion notable de fruits anormaux : soudés par deux ou par trois, à côté de fruits normaux différant entre eux par des variations de forme et de couleur. Les divers types de fruits ont une faculté germinative inégale. Les changements les plus remarquables constatés chez les descendants sont d'ordre phyllotoxique. Le greffage se montre ici comme un facteur capable d'engendrer des variations nouvelles.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *G. Bohn* et *Mme A. Drzewina* (prés. par M. Bouvier). — **Influence de l'argent métallique sur la calcification des larves d'Oursin.**

De jeunes gastrulas d'Oursin étant placées dans l'eau distillée, on plonge dans celle-ci une petite lame d'argent, pendant un temps variable, mais qui, dans certaines expériences pourtant positives, n'a pas dépassé une minute. Dans ces conditions, les gastrulas se transforment en pluteus dépourvus de squelette calcaire. Cette action inhibitrice de l'Argent sur la calcification est supprimée par addition d'une trace d'acide aminé (alanine).

EMBRYOGÉNIE. — *P. Wintrabert* (prés. par M. Caullery) — **La contratilité des cellules de l'embryon, instigatrice de la forme, facteur nécessaire du développement, chez les Amphibiens.**

Le développement de l'embryon, chez les amphibiens, n'est pas lié seulement aux phénomènes de division cellulaire, à qui est dû l'accroissement du volume de l'œuf; des phénomènes de contraction interviennent aussi, nécessaires à certains moments, et provoquent les modifications de forme de l'embryon. On peut supprimer les phénomènes de contractilité par le froid, sans empêcher la prolifération cellulaire; l'œuf peut alors continuer sa croissance au ralenti, mais sans changer de forme. Par un réchauffement ultérieur, les phénomènes de contraction reprendront leur cours. On peut ainsi étudier la part que prennent l'une et l'autre des phénomènes : multiplication cellulaire, à la transformation de l'embryon.

M. Mascré.

Séance du 5 octobre 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *F. Leja* (transm. par M. E. Borel). — **Sur une propriété des séries des polynomes.**

— *B. Gambier* (prés. par M. Hadamard). — **Intégration simultanée de deux opérations différentielles de premier ordre.**

— *W. Fédoroff* (transm. par M. E Borel). — **Sur une propriété caractéristique des fonctions monogènes.**

THÉORIE DES NOMBRES. — *L. Massontré* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur le dernier théorème de Fermat.**

ALGÈBRE. — *J. Herbrand* (transm. par M. J. Hadamard). — **Sur la théorie des corps de nombres de degré infini.**

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Kiveliovitch* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les chocs dans le problème d'un corps attiré par deux centres fixes.**

— *L. Féraud* (prés. par M. Elie Cartan). — **Propriétés conséquentes à la nature arithmétique des exposants caractéristiques.**

MÉCANIQUE. — *J. L. Destouches* (pré . par M. M. de Broglie). — **Sur une équation de la Mécanique quantique.**

— *A. Grebel* (prés. par M. Kœnigs). — **Les boulons à ressérage automatique.**

Il est difficile de maintenir en place les pièces boulonnées L'auteur pense cependant qu'il serait facile de créer des types de boulons répondant aux divers désirata exigés. On pourrait notamment utiliser l'élasticité d'un collier-ressort enserrant deux machoires taraudées qui se coinceraient radialement sur la tige filetée, ou bien utiliser l'élasticité d'un ressort plat en hélice ou en spirale qui prenant appui sur la tige filetée, rainurée, s'opposerait au desserrage de l'écrou crénélé et tendrait même à le resserrer par un effort tangentiel approximativement constant.

MÉTÉOROLOGIE. — *H. Hubert* (prés. par M. G. Perrier). — **Recherches sur la climatologie de l'Ouest Africain).**

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *R. de Mallemann* (transm. par M. A. Cotton). — **Sur la théorie moléculaire des phénomènes électro-optiques.**

Quand la molécule possède au moins deux plans de symétrie, la polarisation moléculaire se réduit à un vecteur unique, passant par un point fixe, quelle que soit la direction du champ. Ce point ne coïncide pas nécessairement avec le centre de la figure : on peut l'appeler centre de polarisation de la molécule.

Quand la molécule est asymétrique, la polarisation moléculaire se compose de deux vecteurs, une résultante et un couple, dont l'axe est dirigé suivant la résultante, c'est-à-dire un *torseur*. La direction (axe central, ne passe pas, en général, par un point fixe.

La théorie moléculaire de la polarisation et des phénomènes connexes se rattache ainsi directement à la géométrie des systèmes de droite.

RADIOACTIVITÉ. — *A. Piccard, E. Stahel* et *F. Dony* (transm. par M. P. Weiss). — **L'absorption des rayons gamma pénétrants par des écrans de plomb de 12 à 30^{cm}.**

Les mesures effectuées, avec des dispositifs différents, ont montré que l'absoption relative du filtre de mesure est le même pour toutes les épaisseurs employées. Aucune composante ultra-pénétrante qui accompagnerait, même en proportion minime, les rayons gamma ordinaires ne s'est manifestée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Ch. Bedel* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur les forces électromotrices développées entre le silicium et quelques substances dans les solutions d'acide fluorhydrique, d'acide sulfurique ou de soude.**

Les résultats sont exposés dans des tableaux.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Ch. Dufraisse* et *M. Badoche* (prés. par M. Delépine). — **Recherches sur les hydrocarbures colorés : un hydrocarbure violet.**

La préparation de cet hydrocarbure revient à enlever deux atomes d'hydrogène au diphénylorubrène

$$C^{26}H^{24}—H^2=C^{36}H^{22},$$

qui représente la composition de l'hydrocarbure violet. Le meilleur procédé de préparation consite à traiter l'ébullition par une solution d'alcoolate de sodium, l'iodophénylorubrène I.

$$C^{36}H^{23}I=C^{36}H^{22}+HI.$$

Après purification, on obtient des cristaux marron très foncé, fondant à 270°-271, assez solubles dans le benzène à froid et la ligroïne à chaud. Les solutions sont violettes, rappelant quant à l'aspect celles du permanganate de potassium trois fois plus concentrées.

— *A. Meyer* et *R. Vittenet* (prés. par M. A. Desgrez). — **Azométhines de l'homophtalimide et de ses dérivés N-arylés.**

MINÉRALOGIE. — *S. Goldsztaub* (prés. par M. Wallerant). — **Déshydratation des hydrates ferriques naturels.**

Böhm avait signalé qu'un cristal isolé de goethite en se déshydratant donne lieu à une pseudomorphose en oligiste. L'auteur n'est pas d'accord avec lui relativement à l'orientation du produit obtenu.

La lépidocrocite en se déshydratant donne une oxyde de fer de même formule que l'oligiste Fe^2O^3. Dans le cas d'un chauffage rapide, il se formerait déjà au-dessous de 440° une certaine quantité de sesquioxyde stable dont le diagramme rhomboédrique masquerait les raies floues de l'oxyde cubique. On trouve, en effet, après un chauffage à une température suffisante, comme produit final, l'oligiste rhomboédrique.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *J. Bourcart.* — **Quelques données nouvelles sur le problème de la limite entre le Haut-Atlas et le Moyen-Atlas marocain.**

Le Haut-Atlas serait séparé du Moyen-Atlas par un grand synclinal crétacé. L'axe de celui-ci serait à peu près jalonné par les vallées de l'Oued El A'bid et de sa tête, l'Asif Ouirine.

MÉTÉOROLOGIE. — *H. Hubert* (prés. par M. Perrier). — **Recherches sur la climatologie de l'Ouest africain français.**

Résumé des résultats obtenus en ce qui concerne : les températures, les vents, les pluies, les variations de temps pour l'ensemble du Togo, du Cameroun et de l'Afrique équatoriale française.

MYCOLOGIE. — *L. Grigorakis* (prés par M. Mangin). — **Morphologie et cytologie des Actinomyces.**

Les études ont été faites sur *Actinomyces bovis*. Les Actinomyces sont pléomorphes comme les Teignes; ils ont un thalle cloisonné et sont constitués par des apocytes qui deviennent de plus en plus courts vers le point d'émergence des filaments. Les conidies se forment par des rétractions du protoplasme qui se condense en certains points. Les apocytes sont plurinucléés; la division nuléaire paraît se faire par amitose. Le cytoplasme, observé après passage à l'éther, présente des grains osmio-réducteurs et des vacuoles à corpuscules métachromatiques.

ANATOMIE. — *R. Argaud* (prés. par M. Achard). — **Veines à paroi côtelée.**

Les parois des veines azygos, chez les mammifères, présentent des crêtes, ou plis, vasculaires qui leur donnent un aspect côtelé et forment des stries longitudinales superficielles. La disposition histo-topographique des crêtes et des connelures s'adapte aux alternatives de réflexion et de vaccuité sanguines auxquelles l'azygos est soumis en raison de son rôle de déviation intermittente.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ouang Te Yio* (prés. par M. Joubin). — **Sur la nature physiologique de la diastase sécrétée par la glande de l'éclosion chez les Plagiostomes (*Scylliorhinus canicula L. Gill.*).**

La diastase secrétée par cette glande est du type trypsine; elle agit, comme ce ferment, en milieu neutre ou faiblement alcalin, mais à température beaucoup plus basse.

— *A. Perrier* (prés. par M. Lecomte). — **Recherches sur le rôle de la pectinase dans la fermentation du café.**

La solubilisation de la couche mucilagineuse qui adhère aux graines de café après le dépulpage, est dûe à l'action de la pectinase qui existe dans les cerises mûres; les microrganismes n'interviennent qu'indirectement; ils provoquent une fermentation alcoolique en élevant la température, ce qui favorise l'action de la pectinasse.

— *A. Blanchetière* (prés. par M. Desgrez). — **Action de la trypsine sur les solutions d'acides monoaminés isolés ou en mélange.**

Sous l'influence de la trypsine, les acides aminés, sur-

tout les acides cycliques subissent une anhydrisation, comme dans le cas de la pepsine.

PARASITOLOGIE. — *G. Dinulescu* (prés. par M. Caullery). — Une larve d'Œstride produisant des tumeurs dans le duodénum des chevaux en Espagne.

Les larves du deuxième stade se fixent sur la muqueuse; il se forme alors des tumeurs d'où sortent des larves du troisième stade qui, enfonçant dans la paroi de l'intestin la tête et les deux segments suivants, produisent des lésions alvéolaires très profondes. Cette larve paraît se rapprocher beaucoup de l'*Ostrus (Gastrophilus) méridionalis*, parasite de l'estomac des zèbres.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Emile Picard, Secrétaire perpétuel, a été désigné pour faire partie du Conseil supérieur de l'Instruction publique.

Société Royale de Londres. — Ont été nommés Membres étrangers : MM. Charles Fabry, Professeur de Physique à la Sorbonne; Emm. de Margerie, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Strasbourg, et M. Heinrich Wieland, Professeur de Chimie organique à Munich.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences. — Institut Henri Poincaré.* — Les 12, 13 et 14 novembre, trois conférences ont été données par M. Von Misès, Professeur à l'Université de Berlin sur le « Calcul des probabilités, fondements et applications ».

— MM. Emile Picard et Rémy Perrier sont nommés Professeurs honoraires de la Faculté des Sciences.

— *Soutenances de thèses.* — Les thèses suivantes ont été soutenues :

3 novembre. — M. Salomon : « *L'électrodynamique et la théorie des quanta* ».

M. Quang-Te-Yio : « *La glande l'éclosion chez les plagiostomes* ».

5 novembre. — M. Prat : « *L'épiderme des Graminées. Etude anatomique et systématique* ».

7 novembre. — M. Marty : « *Recherches sur la répartition des valeurs d'une fonction méromorphe* ».

— *Institut de Mécanique des Fluides.* — Les Cours et Conférences ont été ouverts le 3 novembre :

Mécanique théorique des fluides. — M. Henri Villat, Professeur, Directeur de l'Institut, traitera de nouvelles recherches qui se rattachent à la théorie des Tourbillons dans les fluides parfaits ou visqueux (cours du second semestre).

M. Béghin, Professeur, traitera des théories générales de l'Hydro- et Aérodynamique (le mercredi à 15 h. 1/2 et le vendredi à 15 h. 1/4, Amphithéâtre Le Verrier).

Mécanique expérimentale des fluides. — M. H. Bénard, Professeur, Directeur du Laboratoire, traitera des mouvements lents des fluides visqueux, et des mouvements de convection (les lundis et mercredis à 10 h. 1/2, Salle des Conférences de Physique).

M. A. Foch, Professeur, traitera des principes de la Mécanique expérimentale des Fluides (le lundi à 9 heures et le mardi à 9 heures, Salle des Conférences de Physique).

MM. Bénard, Foch et D. Riabouchinski, Directeur-adjoint du Laboratoire, dirigeront les travaux expérimentaux au Laboratoire, 2, rue de la Porte-d'Issy. (15e).

Aérodynamique appliquée. — M. Toussaint, Maître de Conférences, traitera des Ailes sustentatrices, le mercredi à 17 h. 1/2, Amphithéâtre de Géologie.

Muséum National d'Histoire Naturelle. — Cours de Physique appliquée aux sciences naturelles. — M. J. Becquerel, Professeur, a ouvert ce Cours, le mercredi 4 novembre 1931; à 16 h. 45, dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, et le continuera les vendredis, lundis et mercredis, à la même heure.

Le Professeur traitera : De la Physique cosmique et de la Physique terrestre.

Cours de Botanique. — (*Classification et familles naturelles des Cryptogames*). — M. L. Mangin, Membre de l'Institut, M. Roger Heim, Docteur ès-sciences, Assistant au Laboratoire de Cryptogamie, commencera, le jeudi 29 octobre, à 17 heures, une série de leçons sur les bases anatomiques de la classification des Agaricacés.

Ces leçons auront lieu les jeudis et samedis, à 17 heures, dans l'Amphithéâtre Cuvier, 57, rue Cuvier.

Institut Océanographique. — Année scolaire 1931-1932. Ordre des Conférences données le samedi, à 21 heures, au Grand Amphithéâtre, 195, rue Saint-Jacques, Paris.

7 novembre. — Mlle M. Oulié : *La Finlande, pays des 35.000 lacs.*

14 novembre. — M. Paul Portier, Professeur à la Sorbonne et à l'Institut Océanographique : *Biologie des Insectes nains.*

21 novembre. — M. Ch. Perez, Professeur à la Sorbonne : *Les Pagures ou Bernards-l'Ermite.*

28 novembre. — M. A. Mayer, Ingénieur des Mines : *Les Sels de la mer, leur industrie.*

5 décembre. — M. P. Rivet, Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle : *Les grandes migrations humaines dans le Pacifique.*

12 décembre. — M. le Dr Chauvois : *Le mal de mer. Comment l'éviter.*

19 décembre. — M. Ed. Belin, Ingénieur-Electricien : *La Radio-transmission sur mer et sur terre des photographies et de l'écriture.*

9 janvier 1932. — M. A. Berget, Professeur à l'Institut Océanographique : *Le Chevalier de Borda (Son œuvre maritime et scientifique).*

16 janvier. — M. L. Joubin, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle et à l'Institut Océanographique : *La Morue.*

23 janvier. — M. le Commandant Charcot, Membre de l'Institut : Année polaire 1932-1933.

— *Programme des Cours.* — Les Cours ont été ouverts le 3 novembre 1931 :

M. Joubin, Professeur : « *Etude de la Faune abyssale* (3e partie) ». Les mardis et vendredis à 17 heures.

M. A. Berget, Professeur : « *Les mouvements de la Mer. Houle, Marée, Courants* ». Les mercredis et samedis à 17 heures.

M. Portier, Professeur : « *L'action du milieu sur les Etres marins* ». Les lundis et jeudis à 17 heures.

Les Cours ont lieu 195, rue Saint-Jacques.

Académie de Toulouse. — M. Pierre Gheusi, Recteur de l'Académie de Lyon, est nommé Recteur de l'Aca-

démie de Toulouse en remplacement de M. Dresch, appelé à d'autres fonctions.

Académie de Lyon. — M. André Lirondelle, Recteur de l'Académie de Clermont, est nommé Recteur de l'Académie de Lyon, en remplacement de M. Gheusi.

Ecoles de Médecine et de Pharmacie. — *Rennes.* — Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant des chaires d'Anatomie, de Physiologie et d'Histologie, s'ouvrira le mardi 19 avril 1932 devant la Faculté de Médecine de Paris.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

— *Nantes.* — Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant de la chaire de Pathologie et Clinique médicale s'ouvrira le mardi 10 mai 1932 devant la Faculté de Médecine de Paris.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

L'introduction des Théories de Newton en France au XVIII^e siècle avant 1738, par Pierre Brunet. In-8° de 355 pages. Blanchard. Paris, 1931. — Prix : 55 francs.

Le remarquable commentateur de Maupertuis apporte aujourd'hui à l'histoire des Sciences une importante et nouvelle contribution en nous révélant le XVIII^e siècle comme la période de mise au point et d'établissement des théories newtoniennes. On verra l'habileté et la ténacité avec laquelle les disciples de Descartes combattirent les objections soulevées par Newton pour essayer de sauvegarder la théorie tourbillonnaire.

La première partie de cette étude historique s'arrête à l'année 1738, au moment où Voltaire publia les Eléments de la Philosophie de Newton. La seconde partie sera attendue avec impatience.

G. Bouligand.

Analysys situs, par O. Veblen, (Amer. Math. Soc. Colloq. Public. Vol. V, Part. II) 2^e^ édit. In-8° de 195 pages avec figures. New-York, 501 West, 116 th. Str., 1931. — Prix : 2 dollars.

L'Analysis situs est, à l'heure actuelle, l'une des plus importantes préoccupations des géomètres. La première édition du présent livre a beaucoup contribué à la faveur de son objet. Il en paraît aujourd'hui une seconde édition, peu différente de la première, bien qu'améliorée sur divers points, elle prépare parfaitement à la lecture de l'ouvrage de Lefchetz, de la même collection, moins directement abordable.

Les principaux remaniements affectent le chapitre IV (définition d'un circuit orienté, preuve de l'invariance des coefficients de torsion) ainsi que le chapitre V (recherche des invariants de certains groupes. Des notes additionnelles traitent des nombres d'intersection, des matrices à éléments entiers, et de leurs applications.

Les efforts fait au sein de la Société Américaine de Mathématique en vue de l'enseignement de cette branche fondamentale de la géométrie qui est la Topologie, font le plus grand honneur à leurs Auteurs. Ils sont appelés à rendre aux chercheurs de toute nationalité d'éminents services.

G. Bouligand.

Cours de Physique, (*Cours de l'Ecole Polytechnique*), par A. Lafay, 2 vol. in-8° de 666 et 736 pages, avec nombreuses figures. Gauthier-Villars, éditeurs. Paris, 1931.

Dans les deux beaux volumes que vient de publier M. Lafay, on trouvera une mise au point nette et concise de l'ensemble de la physique. C'était, à coup sûr, une tâche fort délicate que d'exposer ainsi l'essentiel de ce qu'il faut savoir sur une science aussi vaste. M. Lafay, qui, depuis de nombreuses années l'a enseignée avec tant d'autorité à des générations de polytechniciens, a été servi, pour la mener à bien, par sa longue expérience de l'enseignement et par sa profonde connaissance de la physique aux progrès de laquelle il a collaboré par d'importantes contributions originales.

C'est le cours même qu'il professe à l'Ecole Polytechnique que nous offre aujourd'hui M. Lafay. Le premier volume est consacré à l'Elasticité, à l'Acoustique et à l'Electricité; le second, à la Thermodynamique et à l'Optique.

Sur les diverses questions qu'il traite, M. Lafay n'entre pas dans des détails inutiles ou dans de longues descriptions d'appareils. Il sait réduire au strict nécessaire le développement des théories et l'analyse des expériences. Mais tout ce qu'il est véritablement essentiel de connaître, sur la physique actuelle, se trouve dans son livre. Bien entendu, c'est surtout la physique classique, telle qu'elle était constituée à la fin du XIX^e^ siècle, qui est exposée dans les deux volumes de M. Lafay; mais dans ce qu'on appelle la physique moderne, l'auteur a su heureusement choisir les conceptions qui peuvent être considérées comme définitivement acquises et les insérer tout naturellement dans ses leçons en leur accordant la place qu'elles méritent.

C'est ainsi que le tome I se termine par des leçons consacrées d'une part aux oscillations électriques et à leur application à la T.S.F., d'autre part, à la décharge électrique dans les gaz raréfiés, aux rayons cathodiques, aux rayons X, aux ions, aux électrons, aux rayons positifs et à l'émission électronique. Ces dernières leçons donnent un abrégé des résultats les plus certains des théories électriques de la matière.

Dans le tome II, après avoir exposé les applications des phénomènes d'interférences, M. Lafay est amené tout naturellement à étudier l'action du mouvement des corps sur les phénomènes lumineux, à envisager la célèbre formule de Fresnel sur l'entraînement de l'éther et à parler des expériences de vérification de Fizeau, puis de Michelson et Morley, ce qui conduit au postulat de la relativité et à la transformation de Lorentz. La leçon suivante est consacrée à l'exposé d'ensemble es théories de la relativité; ce qui est l'une des premières tentatives heureuses pour introduire ces théories dans l'enseignement officiel. L'étude de l'Optique se termine par des leçons consacrées à l'Optique des rayons X, à l'effet photo-électrique, à l'effet Compton et à la diffraction des électrons, questions toutes d'actualité.

A. Bc.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 22 — 69e ANNÉE — 28 NOVEMBRE 1931

L'INSTITUT PASTEUR ET LES COLONIES

par E. MARCHOUX
Membre de l'Académie de Médecine
Professeur à l'Institut Pasteur

L'autorité scientifique dont jouit dans le monde l'Institut Pasteur, résulte des mémorables travaux de l'illustre savant qui l'a fondé, de ceux qui sont ultérieurement sortis de la maison de la rue Dutot, aussi, de la diffusion donnée aux méthodes pasteuriennes et des brillantes leçons qui ont été inaugurées en 1888 par Duclaux pour la chimie biologique et pour la microbiologie, par le maître incomparable, le professeur à l'éloquence claire, précise, au discours dégagé de tout effet inutile que fut M. Roux.

Les savants de tous pays qui profitèrent de cet enseignement, en sortirent passiónnément épris de cette science nouvelle ; ils s'employèrent à en répandre autour d'eux l'amour et à transmettre la parole du Maître auquel ils en devaient la connaissance.

L'Institut Pasteur était, à ce moment, le seul établissement en France où il fut possible de s'initier à la microbiologie. Aussi, étrangers et nationaux devaient-ils s'inscrire longtemps d'avance pour avoir quelque chance d'y trouver une place aux travaux pratiques. On peut dire que jusqu'à ces dernières années, presque tous ceux qui ont marqué dans la science des microbes, en France et dans la plupart des pays latins, avaient puisé à la source de l'Institut Pasteur l'inspiration qui a animé leur esprit et dirigé leurs travaux. De là sont sortis les missionnaires qui se sont répandus dans le monde et qui sont allés explorer le domaine pathologique de l'empire colonial franais.

Tous les Instituts Pasteur coloniaux, aujourd'hui au nombre de huit, ont commencé avec une installation parfois assez modeste et ont graduellement pris plus d'importance au fur et à mesure des travaux qui en sont sortis. A côté d'eux, s'installent chaque jour, dans une colonie ou dans une autre, des laboratoires secondaires qui sont peut-être destinés plus tard à se classer sur le mème plan que leurs devanciers. Le rôle commun de tous ces établissements, grands et petits, est avant tout la recheche, mais ils ont encore le devoir d'éclairer le diagnostic des médecins dans la limite de leur pouvoir et de préparer la lutte scientifique contre les fléaux qui déciment les indigènes et les colons.

Indochine

Le premier de tous fut fondé en 1890, à Saïgon en Cochinchine, par un savant dont le nom est aujourd'hui universellement connu et honoré, le docteur Albert Calmette. Alors médecin militaire des colonies, Calmette était plein de cette flamme qui embrasa nombre de ses collègues et dirigea vers la science microbiologique tant d'entre eux. Dès son arrivée, le travail qui se faisait dans son laboratoire provoqua l'enthousiasme de ses amis les plus proches, au

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

nombre desquels avait le bonheur de compter l'auteur de cet article. Il s'efforça de leur transmettre l'enseignement qu'il avait reçu et ne cessa jamais d'ailleurs, depuis cette époque, de recruter des adeptes à la science bactériologique parmi les membres de ce corps de santé colonial où il a si brillamment passé. De ses travaux d'alors nous ne citerons que deux.

Dans l'Inde et en Indochine, se trouve en abondance un serpent venimeux, le *Naja tripudians* ou serpent à lunettes, qui fait de nombreuses victimes. Il se loge dans les terriers que creusent les rats, dont il fait sa nourriture habituelle, dans les talus des rizières. Sur ces talus, les agriculteurs les dérangent parfois de leurs pieds nus et en sont mordus. Il était donc naturel que les premiers travaux de Calmette aient porté sur l'envenimation et les moyens de la combattre. Ils ont permis de constater que les animaux auxquels on injecte du venin en quantité d'abord très faible, puis croissante, s'accoutument à supporter plusieurs fois la dose mortelle de cet actif poison ; en un mot, ils se vaccinent. Calmette observa ensuite que dans le sang des animaux ainsi vaccinés, il existe, comme dans celui des chevaux après vaccination contre la toxine diphtérique, un contre-poison protégeant sûrement un animal neuf contre une dose mortelle de venin injectée ensuite. Il en profita pour préparer le sérum antivenimeux dont on fait usage aujourd'hui, plus ou moins sélectionné suivant la nature des venins, dans tous les pays où les serpents sont à redouter.

Un autre travail important que Calmette, poursuivit en Indochine, fut l'étude de la fermentation du riz d'après la méthode locale. Il put isoler, des pains de levure chinoise à formule très compliquée, un champignon qu'il dénomma provisoirement *Amylomyces Rouxii*. Ce cryptogame, qui se rencontre normalement d'ailleurs sur la balle de riz, possède la propriété, en poussant à l'abri de l'air, de transformer l'amidon de riz en sucre fermentescible. C'est ce sucre que plusieurs espèces de levures consomment ensuite en produisant de l'alcool.

La présence de Calmette en Extrême-Orient y attira un des élèves et des collaborateurs de M. Roux, le docteur Yersin, qui prit goût à la vie coloniale et se fit admettre dans le corps de santé des colonies. En cette qualité, il se fixa en Indochine et fut envoyé à Hong-Kong pour y étudier cet éternel fléau, la peste, qui, après une longue éclipse, venait de sortir de Chine et de commencer ses récentes incursions dans le monde. D'une modeste cabane indigène, qui suffit à Yersin comme laboratoire, sortit, en 1894, la découverte si importante du microbe spécifique. Le savant français, rompu à la discipline de Pasteur, et qui avait préparé avec Roux la toxine diphtérique, base de la fabrication du sérum, caractérisa du premier coup, tant par la morphologie que par le mode de culture, le véritable germe pathogène de la maladie chez l'homme et le rat. Après un court séjour en France, il retourna en Indochine et y fonda le laboratoire de *Nha-tran*, qui se trouve encore placé sous sa direction.

Quelques années plus tard, alors que Yersin avait mis ses soins à la fabrication d'un sérum curatif, un autre médecin des colonies, Simond, compléta sa découverte en établissant que la puce était l'agent de transport entre le rat et l'homme. Cette puce spéciale, qui satisfait son appétit indifféremment sur l'homme et le rat, absorbe les germes si abondants dans le sang au voisinage de la mort. Mais ce microbe, suivant une expression vulgaire, lui reste sur l'estomac. Il pullule tellement qu'il obture le tube digestif et que l'insecte est tenu d'en vomir quelques-uns pour s'alimenter à nouveau : de là le danger des piqûres de puces.

C'est par l'intermédiaire de cet hôte accidentel que, dans la zone tropicale, le virus passe du rat à l'homme, mais il se transmet par une autre voie bien plus dangereuse dans les pays froids. A la faveur des lésions grippales, il atteint le poumon et dès lors se transmet de l'un à l'autre par la toux ou même la parole, en provoquant une pneumonie pesteuse presque toujours mortelle. Les médecins en ont fait la douloureuse expérience en Mandchourie, où le Dr Mesny trouva la mort, et ne purent finalement approcher les malades que le visage couvert d'un masque. C'est la relation de cette épidémie que, de Moukden, nous rapporta un autre médecin des colonies, le docteur Broquet (1910).

L'Institut Pasteur de Saïgon, doublé de celui de Nha-tran, s'aggrégea le laboratoire d'Hanoï, fondé par T. Séguin en 1903, et qui prit un lustre particulier sous la direction de Mathis, aidé de son collaborateur, Marcel Léger. Ces deux savants firent la prospection des maladies du Tonkin et réunirent leurs travaux dans un beau volume où l'on trouve des vues nouvelles sur presque toutes les maladies qui sévissent en Indochine.

Furent absorbés de même le laboratoire de *Thai-ap* où le docteur Gauducheau fabriquait le vaccin jennérien en s'occupant entre temps de la culture des amibes et d'autres protozoaires contenus dans le papier indochinois ; celui de *Hué*, fondé en 1910, par Noël Bernard, qui y étudia les filarioses, les trypanosomiases animales et à qui l'on dut ultérieurement d'intéressantes recherches sur le Béribéri ; celui de *Pnom-Penh*, ouvert en 1914 par le docteur Kerandel qui découvrit un nouveau réservoir du virus de la peste dans la musaraigne ; celui de *Vientiane*, au Laos, fondé par le docteur Larchier, en 1923.

Tous ces laboratoires, peuplés aujourd'hui de trente savants et de deux cent cinquante indigè-

nes, constituent le groupe des Instituts Pasteur d'Indochine placé sous la direction de Noël Bernard.

Afrique occidentale

Le second laboratoire qui fut fondé aux colonies, sous l'égide de l'Institut Pasteur, fut celui du Sénégal, ouvert en 1896, par l'auteur de cet article. Il y fut reconnu l'existence de fièvres à allures typhoïdes. Par ensemencement en bouillon du sang des malades, on put cultiver un germe qui fut identifié comme un paratyphique.

Au moment où les pluies ont gonflé le fleuve Sénégal, éclate à Saint-Louis une véritable épidémie d'un paludisme à forme maligne si sévère qu'il a contribué à limiter l'étendue du monde connu des anciens. S'il existe en Europe, où il a été reconnu pour la première fois par Marchiafava et Celli en Italie, il acquiert en Afrique une gravité telle que tout Européen qui y arrive le contracte et en meurt presque infailliblement s'il n'est pas traité à temps.

La pneumonie, qui fut au siècle dernier si commune et si grave en France, qui est encore très fréquente en Italie, sévit au Sénégal avec rigueur sur les indigènes. Elle y cause des épidémies analogues à celles qui s'observaient jadis et qui ont disparu de notre pays. En raison du polymorphisme des lésions que cause chez eux le pneumocoque, l'importance de cette infection dans la race nègre avait passé inaperçue avant l'ouverture du laboratoire.

La dysenterie faisait de nombreuses victimes parmi la population européenne. Les souillures de l'eau de boisson en étaient la cause. L'intestin des malades renfermait une amibe comme celle avec laquelle tant de Français, pendant la guerre, ont fait connaissance. Le rôle pathogène de ce protozoaire fut démontré grâce à la sensibilité du chat qui prenait la dysenterie avec du matériel frais, mais non point quand on chauffait une demi-heure à 45° les matières septiques. De l'intestin, l'amibe gagne le foie et y cause des abcès qu'on évite aujourd'hui à l'aide de remèdes rapidement curatifs.

Dans ce laboratoire, ont passé de nombreux directeurs parmi lesquels il convient de citer Bourret, qui y étudia la maladie du sommeil et la fièvre de Malte ; Thiroux, qui observa la diversité des parasites du paludisme chez les indigènes ; Lafont, qui rechercha avec Roubaud le rôle des moustiques (*Stegomyia*) comme agents de transport du trypanosome de la maladie du sommeil ; André Léger, qui a découvert un spirochète, ubiquiste comme tous les êtres de cette espèce, chez la musaraigne, spirochète identifié plus tard avec celui qui, en Afrique, contamine le singe et l'homme ; Marcel Leger, frère du précédent, dont l'activité s'était magnifiquement révélée en Indochine, et qui, apportant en Afrique Occidentale la même ardeur à l'exploration pathologique, produisit une longue suite de travaux ; Mathis, qui, après avoir continué les études relatives au spirochète de la musaraigne, a répété avec Sellards l'expérience de Lagos et vérifié la sensibilité du *Macacus rhesus* au virus de la fièvre jaune que, jusqu'alors, on n'avait pu communiquer qu'à l'homme. C'est de Dakar que Sellards rapporta le virus qui a servi dans tous les laboratoires à l'étude aujourd'hui si poussée de la fièvre jaune.

De cette maladie, le Sénégal eut beaucoup à souffrir. Après l'épidémie qui, en 1900, décima la population, à l'instigation du comte d'Agoût, à cette époque député du Sénégal, une mission, composée de deux médecins coloniaux et d'un membre de l'Institut Pasteur, fut envoyée au Brésil où elle reçut du gouvernement de ce pays le plus bienveillant accueil et où elle put vérifier et compléter les travaux de la Commission américaine de Cuba. Ce furent les méthodes prophylactiques rapportées par cette mission qui ont été si activement et avec tant de succès mises en œuvre par Sorel pour éteindre l'épidémie de 1928-29 à Dakar.

C'est aussi un pastorien, le docteur Couvy, qui a réorganisé et qui dirige l'Ecole de Médecine de Dakar. A cette école, est adjoint un hôpital indigène où Couvy a eu l'occasion d'appliquer à des recherches thérapeutiques l'esprit scientifique qu'il déploie en toutes choses. Il observa que cette pneumonie essentielle qui se montre si fréquemment chez les nègres, tourne court et guérit assez vite sous l'influence d'injections intra-veineuses de salicylate de soude. De même, il rappela à la vie des pesteux moribonds en utilisant un bactériophage extrêmement actif dont il a trouvé les germes sur les convalescents.

Kindia. — Au sud de Dakar, en Guinée, le long de la ligne de chemin de fer qui relie Conakry au Niger, par le plateau du Fouta-Djalon, se trouve la station aujourd'hui bien connue de Kindia. Sous l'influence de Calmette, à proximité de cette ville, s'est élevé un laboratoire qui a eu récemment les honneurs de la grande presse. Le singe, en raison du voisinage spécifique qu'il présente avec l'homme, paraît susceptible de prendre des maladies jusqu'ici impossibles à étudier sur d'autres animaux. Malheureusement, les singes que l'on transporte en Europe y vivent peu. Calmette a facilité considérablement l'expérimentation en installant une singerie dans le pays même où vivent les singes. Cette singerie a déjà rendu des services à la biologie entre les mains de Vilbert et de Delorme.

Bamako. — Le médecin des colonies Bouffard, formé aux recherches bactériologiques à l'Institut Pasteur, porta ses investigations au

Soudan français et fonda, en 1906, le laboratoire de Bamako. Il y appliqua une ingénieuse technique pour défendre la population de la fièvre jaune. Profitant de ce que le *Stegomyia*, convoyeur de virus, ne pique que la nuit, il fit émigrer chaque soir les habitants sur l'autre rive du Niger, pendant tout le temps nécessaire à faire disparaître les insectes vivant dans la ville. Il limita les atteintes du mal à un seul cas. En dehors de ces mesures d'hygiène inspirées par la science, il procéda à des recherches sur le paludisme et les trypanosomiases. Il signala, entre autres, la présence, dans le sang des indigènes, du parasite de la fièvre quarte, qui n'atteint jamais les Européens vivant au Soudan.

Côte d'Ivoire. — Un des gouverneurs de la Côte d'Ivoire, qui, par la largeur de ses idées autant que par son esprit ouvert et entreprenant, fut un des plus marquants parmi les gouverneurs coloniaux, M. Angoulvant, réclamait instamment un élève de l'Institut Pasteur pour défendre son territoire des incursions épidémiques. Le docteur Sorel fut désigné, en 1909, pour cette mission. Il ne se contenta pas du travail de laboratoire, mais par son activité sut gagner la confiance du gouverneur, si bien que celui-ci suivit toutes les indications qu'il fournit pour l'amélioration de l'hygiène et de la santé à Grand Bassam. A ce laboratoire, lui succéda Couvy, qui continua son œuvre et signala, comme l'avait fait auparavant son prédécesseur, la présence du bacille de la lèpre dans les ganglions de personnes apparemment saines, mais vivant au contact de lépreux, montrant ainsi que les voies de propagation sont les mêmes pour la lèpre et la tuberculose. Après Couvy, vint Blanchard, qui maintint les techniques de ses prédécesseurs.

Le laboratoire fut transporté à Abidjean, avec la capitale, et continua à donner d'utiles renseignements d'hygiène jusqu'à ces dernières années où, sous la savante direction du docteur Bouffard avec le concours de Le Gac, il eut à lutter contre la fièvre jaune et une autre affection très répandue dans le pays. Cette maladie, qu'on appelle le pian ou framboesia, est causée par un spirochète analogue à celui de la syphilis et provoque sur la peau la formation de pustules persistantes. Bouffard a eu le mérite de mettre dans toutes les mains un traitement standard qui peut s'appliquer sans le concours du médecin.

Brazzaville. — En 1901-1902, Dutton et Todd avaient trouvé dans le sang de l'homme un protozoaire flagellé, un trypanosome analogue à ceux qu'Evans en 1880 avait trouvés chez les bovidés atteints de surra, David Bruce, en 1897, dans le sang des animaux piqués par les mouches Tsétsé et Rouget, en 1894, chez les chevaux dourinés. Ce trypanosome fut retrouvé en 1903 par Castellani dans le liquide céphalo-rachidien d'un homme atteint de la maladie du sommeil.

Cette découverte avait séduit deux protozoologistes de l'Institut Pasteur, Laveran et Mesnil, qui s'attachèrent à l'étude d'un trypanosome du rat, le *Trypanosoma lewisi*, et des trypanosomiases en général. Ces deux savants ont publié en 1904 un ouvrage fondamental et inspiré l'organisation d'une mission qui devait se rendre en Afrique et s'y livrer à l'étude de la Maladie du Sommeil. Cette mission, placée sous l'égide de la Société de Géographie et puissamment patronée par M. Le Myre de Villers, était composée de deux médecins coloniaux, Gustave Martin et Lebœuf, et d'un jeune entomologiste de l'Institut Pasteur, M. Roubaud. Elle partit en 1906 pour le Congo et y posa les bases de l'Institut Pasteur de Brazzaville, dont Gustave Martin fut le premier directeur. La mission a recueilli de très précieux documents, tant sur l'évolution de la maladie que sur l'agent pathogène dont elle relève, la mouche tsétsé, qui est le réservoir permanent, et les insectes piqueurs qui sont le réceptable accidentel du virus.

La Maladie du Sommeil est restée, par la force des choses, l'objet principal des études de l'Institut Pasteur de Brazzaville. Périodiquement des cartes en établissent la démarcation, l'extension ou la régression dans les zones atteintes. Elles ont permis de suivre constamment la marche de la maladie et, en particulier, l'envahissement progressif de la région du Chari-Tchad ; elles traduisent l'influence des mesures prophylactiques employées. La biologie de la mouche tsétsé a été retracée avec une grande précision et la méthode expérimentale entre les mains d'Heckenroth et Blanchard a permis de se rendre compte des causes des épidémies de cases dues au transport du virus de l'un à l'autre par la trompe des moustiques.

Mais c'est surtout la thérapeutique de la maladie qui a retenu l'attention et l'on peut dire que pour cet objet, chaque directeur s'est engagé dans la voie que lui avait tracée son prédécesseur. En ceci, l'Institut Pasteur de Brazzaville est l'exemple de cette fertile continuité d'efforts qui a été l'apanage des congrégations. Le docteur Sicé, le dernier de ces directeurs, a récemment exposé à la Société de Pathologie Exotique les règles de traitement que l'expérience a consacrées et qui permettent aujourd'hui de maîtriser ce fléau auquel est dû le dépeuplement d'une partie de l'Afrique.

Blanchard, Laigret et Lefrou, par leurs études sur les spirochétoses, ont expérimentalement démontré que la fièvre ictéro-hémorragique peut être transmise par les punaises. Ils ont trouvé un spirochète nouveau dans une fièvre bilieuse hémoglubinurique d'une région spéciale du Congo.

Sicé et Boisseau ont étudié la pathologie des

travailleurs du chemin de fer Congo-Océan, constaté l'abondance de l'infestation vermineuse et rapporté à divers bacilles dysentériques, mais particulièrement au bacille de Shiga, la cause de ces meurtrières épidémies de dysenterie qu'on avait observées au cours des années dernières.

L'étude de la dermite filarienne due aux larves de l'*Onchocerca volvulus* signalée comme une affection très commune dans la région de M'Bomou par Ouzilleau, a été reprise et l'on a démontré que l'affection de la peau connue sous le nom de *crocro* en était tout à fait indépendante.

Le laboratoire de Brazzaville a permis de reconnaître la présence au Congo de trois maladies animales presque universellement répandues : la rage, le charbon bactéridien et la typhose aviaire, toutes affections dont on n'y soupçonnait pas l'existence.

Il n'était pas tout de déterminer un traitement efficace à la Maladie du Sommeil, il fallait en arrêter les ravages. A cet effet, le Congo a été partagé en secteurs, dits de prophylaxie, de la Maladie du Sommeil, que parcourent des médecins itinérants recherchant les malades et s'efforçant de tarir les réservoirs de virus qu'ils représentent.

Cameroun. — A cet égard, un pastorien, le docteur Jamot, touché du souffle divin qui fait les apôtres, après s'être attaché au recensement de la Maladie du Sommeil dans le territoire du Cameroun, et à la découverte de foyers importants et très actifs, se voua à l'extinction du fléau avec l'aide de jeunes médecins auxquels il a communiqué son enthousiasme pour cette œuvre humanitaire. Un film, récemment déroulé devant le public parisien, a illustré d'une façon saisissante le travail bienfaisant de ces équipes infatigables qui, constamment, parcourent les territoires infectés et livrent une lutte sans merci au Trypanosome destructeur.

Madagascar

En 1898, Thiroux, sortant d'un stage à l'Institut Pasteur fut envoyé à Madagascar où il fonda le laboratoire qui devint plus tard l'Institut Pasteur de Tananarive. Il s'y intéressa à la maladie qui est le plus communément répandue, le paludisme, et aussi à un autre fléau de la grande île, la lèpre. Après une longue éclipse due à un favoritisme impardonnable, le laboratoire put reprendre son rôle, et l'investigation scientifique, entre les mains de Bouffard, se fixa sur un sujet d'actualité pour Madagascar, l'étude de la peste, fléau dont les victimes, dans la grande île, se comptaient par milliers. Couvy, qui lui succéda, porta son attention sur la lutte contre le paludisme et, dans une région où l'infection palustre sévissait avec violence, il montra qu'avec du soin et de l'attention, il était possible de la rendre rapidement maniable. A côté de lui et après lui, Girard continua l'étude de la peste et des moyens de la prévenir ; récemment, il chercha à pénétrer l'énigme que posent depuis longtemps aux dermatologistes des tumeurs qui, dans les pays chauds, poussent au voisinage des articulations et qu'on appelle, en raison de leur siège, nodosités juxta-articulaires.

La Réunion et Maurice

Un moment, l'île Maurice avait demandé à l'Institut Pasteur un chef pour un laboratoire qui n'eut d'ailleurs qu'un seul directeur français, le docteur Lafont, médecin du corps de Santé colonial. Ce savant y marqua son passage par la découverte, surprenante alors, d'un protozoaire flagellé de la famille des Trypanosomides, le *Leptomonas davidi,* dans le suc de certaines plantes. Ce parasite, comme le flagellé sanguicole de la Maladie du Sommeil, y est introduit par la trompe d'un insecte, un hémiptère, sorte de punaise qui vit en colonies sur ces plantes et qui en est le réservoir permanent.

Ce protozoaire phyticole fut retrouvé à Saint-Denis par le docteur Vincent, directeur, dans l'île de la Réunion, d'un laboratoire qui est né avant celui de l'île voisine et où a passé Lafont, mais qui n'eut qu'une existence éphémère avant de sombrer sur l'écueil politique.

D'autres laboratoires qui ont ou qui auront un statut définitif, sont répartis dans d'autres colonies. Pour les visiter, il faut faire le tour du monde.

Nouvelle-Calédonie

Le premier et le plus important se trouve dans le Pacifique, en Nouvelle-Calédonie. Dans cette île, la lèpre a pris, au cours des cinquante dernières années, un développement d'autant plus redoutable que des Canaques, elle a gagné la population blanche.

En 1897, Auché, pharmacien de la marine, qui avait été préparé par un séjour à l'Institut Pasteur, ouvrit à Nouméa un laboratoire de recherches appliquées à la lèpre. Après lui, ce laboratoire entra en sommeil jusqu'à l'arrivée de Noc, auteur d'observations intéressantes sur la lèpre et la transmission des germes infectieux. Nouvelle éclipse jusqu'en 1910 où le docteur Lebœuf y arrive. Pendant un séjour de trois ans, ce savant, tant seul qu'avec ses adjoints Javelly et Salomon, a fait en Nouvelle-Calédonie et à l'archipel de la Loyauté, un travail soigneux de prospection des malades qui nous a renseignés sur l'étendue du fléau et qui a été d'ailleurs complété par le relevé historique du docteur Ortholan. Ses recherches ont montré que la lèpre est curable, qu'elle guérit même spontanément puisqu'il a pu vérifier l'état indemne d'un lé-

preux chez lequel Auché avait constaté la présence de bacilles lépreux. Il a vérifié que le virus se cantonne, comme celui de la tuberculose, dans les ganglions avant d'apparaître à la peau ; que les insectes piqueurs ne doivent pas être incriminés comme agents de transport ; que les mouches sont beaucoup plus à craindre et qu'elles véhiculent les germes des ulcères lépreux sur les personnes saines. Les essais de traitement ont été nombreux et quelques-uns sont restés classiques en Nouvelle-Calédonie. Il retrouva dans l'île la lèpre des rats, établissant ainsi une fois de plus l'ubiquité de cette affection murine.

Entre les mains de ses successeurs, la surveillance des lépreux et du traitement a été poursuivie. La peste, qui est venue s'ajouter à la lèpre, enleva, en 1917, le directeur du laboratoire, un savant distingué, le docteur Bourret, victime de son devoir. Depuis cette époque, le laboratoire de Nouméa a pris le nom de laboratoire Gaston Bourret. Le dernier titulaire, le docteur Tisseuil, a repris la série des recherches scientifiques, établissant les modalités suivant lesquelles se comporte le bacille de Hansen chez les malades et cherchant vainement, comme tant d'autres, à communiquer la maladie humaine aux animaux et notamment aux rats. Il a fait, dans la colonie et ses dépendances, un nouveau recensement des malades qui nous fixe sur la marche de ce fléau dont la régression commence à se manifester.

Tahiti

De la Nouvelle-Calédonie, sur la route qui conduit vers le canal de Panama, on rencontre l'archipel de la Société et Tahiti, où un centre de microbiologie est en voie d'organisation.

De l'autre côté du canal, nous allons trouver plusieurs laboratoires.

Martinique

Le premier fut établi en 1908 à Fort-de-France, Martinique, au moment de l'envoi dans cette colonie d'une mission qui avait pour but d'organiser la lutte contre la fièvre jaune. Simond, Noc et Aubert se mirent à l'œuvre et réussirent à faire disparaître de la ville les Stegomyia qui l'infestaient. Deux d'entre eux revinrent, laissant à Noc le soin de poursuivre seul la surveillance de la ville et d'éviter le retour des insectes néfastes. Depuis, cet établissement a fonctionné avec plus ou moins d'activité. Stévenel y a fait des recherches intéressantes sur le traitement de la lèpre, mais après lui, le laboratoire a versé dans le dispensaire et les examens cliniques.

Guadeloupe

On peut en dire autant de celui de Pointe-à-Pitre, à la Guadeloupe, qui n'a fait parler de lui qu'avec Fabre.

Guyane

A la Guyane, où la pathologie est si variée et la morbidité si importante, fut envoyé en 1908, un jeune médecin plein de talent, Brimont, qui s'était déjà distingué par des travaux intéressants conduits pendant son stage à l'Institut Pasteur. A peine avait-il eu le temps de prendre contact avec la colonie, qu'il contracta, à Saint-Laurent-du-Maroni, une fièvre typhoïde à laquelle il succomba. Il y avait déjà découvert un trypanosome nouveau et mesuré les ravages de ces vers sanguisugues qu'on appelle des Ankylostomes. Le laboratoire de Cayenne ne fut ouvert qu'en 1913 à la demande du président du Conseil général, et le docteur Thézé en fut le premier titulaire. Ce jeune savant y fit surtout un travail de prospection pathologique et un relevé précieux des maladies les plus importantes qui se rencontrent à la Guyane.

Marcel Leger et Labernadie entretinrent la vitalité de ce laboratoire qui lui aussi, a sombré depuis quelques années dans le dispensaire et la clinique. Il attend quelqu'un d'actif et d'entreprenant qui lui insuffle un peu de vie.

Le recrutement des chefs de laboratoire

Nous en avons fini avec les laboratoires coloniaux dont l'Institut Pasteur a été l'inspirateur et le conseiller.

A part celui de l'Indochine et maintenant celui de Dakar, ils ont tous un défaut commun qui nuit à leur productivité et supprime l'unité de vues ; ils changent trop souvent de mains. Ils doivent tous leur existence et leur activité aux médecins du Corps de Santé colonial, dans lequel on peut puiser sans compter les hommes de valeur enthousiastes, travailleurs et désintéressés. Que ceux dont, pour nous restreindre, nous n'avons pas cité les noms et qui, dans les laboratoires coloniaux, ont honorablement marqué leur place, veuillent bien nous excuser. Prêts à toutes les corvées, ne craignant pas d'exposer leur santé et leur vie, préparés par de bonnes études, la plupart des officiers de ce corps d'élite s'adonnent spontanément à toutes les œuvres qui offrent un caractère humanitaire. Leur zèle se double d'un bel esprit d'initiative entretenu chez eux par la nécessité de faire face seuls, et sans conseils, à toutes les difficultés. Ils forment une pépinière de travailleurs dont l'Institut Pasteur recueille chaque année quelques-uns et les prépare à servir utilement dans les laboratoires coloniaux, d'abord, dans les services d'hygiène ensuite. Car un bon hygiéniste ne s'improvise pas en quelques mois. Il doit avoir acquis des connaissances précises sur la

contagion, l'épidémiologie et la prophylaxie auxquelles prépare surtout la recherche personnelle. Il lui faut une assurance qui repose sur la science pour s'imposer aux populations et même aux pouvoirs publics. Enfin, il doit posséder de multiples connaissances en général ignorées du médecin et dont un long usage lui enseigne les applications. S'il est bon pour un hygiéniste d'être médecin, il ne s'ensuit pas que le médecin soit, *ipso facto*, un hygiéniste. Ce sont deux métiers différents, qui ne s'exercent pas de la même façon et qui exigent des connaissances tout autres.

Depuis la guerre, malheureusement, le Corps de Santé des colonies n'a pu laisser à l'Institut Pasteur ses représentants bactériologistes aussi longtemps qu'il le faisait avant 1914. De sorte que les jeunes gens partent un peu moins bien préparés et la bonne marche des laboratoires qui dépendent du ministère des Colonies, s'en ressent un peu.

Il serait urgent, pour maintenir le drapeau de la science française dans la zone tropicale, de revenir à l'usage ancien et de détacher pendant une année au moins à l'Institut Pasteur ceux qui se destinent à la microbiologie. On ne peut compter que sur les officiers du corps de santé. Jusqu'ici, ce sont presque uniquement les militaires et anciens militaires qui ont accepté de consacrer aux colonies leur existence à la science et lui ont sacrifié leurs intérêts. Seuls, de même, les militaires acceptent de servir dans les postes lointains et y font preuve d'un altruisme et d'une initiative bienfaisante qui séduit et retient les indigènes. Ce sont eux, comme le dit le maréchal Lyautey, qui sont les véritables pionniers de la colonisation.

Il paraîtrait toutefois plus naturel que le Corps de Santé des colonies puisse garder sa qualité militaire sans dépendre du ministère de la Guerre. Il est avant tout destiné à servir aux colonies, et c'est pour les colonies qu'il est formé. S'il est logique de lui confier le traitement et la surveillance des militaires indigènes qui sont en France, il semble plus indiqué que les individualités médicales destinées à ce service métropolitain, soient prêtées au ministère de la Guerre plutôt que prêtées par lui au ministère des Colonies. Les éléments du corps y gagneraient une plus grande stabilité et la possibilité, non seulement de se spécialiser, mais encore de se perfectionner dans leur spécialité sans avoir à répondre aux exigences d'un service militaire qui les dérange plus qu'il ne les utilise.

La spécialisation s'impose aux officiers de ce corps et il faut la favoriser le plus possible si l'on veut que chaque colonie soit pourvue de moyens thérapeutiques aussi variés que ceux de la métropole.

Heureusement que la jeunesse française s'éprend de plus en plus de la vie aventureuse, mais si intéressante, du médecin aux colonies ; heureusement que les cadres s'étendent et que le recrutement se précipite. On peut espérer voir, pour un temps tout au moins, les desiderata que nous venons d'exprimer se réaliser. Nous disons pour un temps, parce que nos territoires d'outre-mer, en raison de leur immensité et de l'amélioration progressive de l'état sanitaire, manqueront longtemps de médecins et le corps qui, seul, peut les fournir, croîtra en nombre avec un certain retard sur les besoins.

Quant aux chefs de laboratoire, qui, seuls ici, nous intéressent, ils sont formés d'abord par l'enseignement qui se donne chaque année à l'Institut Pasteur et devraient, comme autrefois, être dressés au travail personnel sous la direction de ceux qui leur servent plus tard de conseillers et qui composent le personnel dirigeant, le centre colonial de cette maison.

Les laboratoires de zoologie, d'entomologie et de pathologie des pays chauds, forment, avec la section d'Indochine, un centre de ralliement pour les médecins des laboratoires coloniaux qui y trouvent l'accueil auquel leur donne droit le travail qu'ils ont fourni. Ils y rencontrent l'appui moral, les avis scientifiques dont ils ont besoin et les moyens matériels pour terminer les travaux qu'ils ont ébauchés loin de France.

Les Instituts Pasteur de l'Afrique du Nord

La France d'outre-mer ne relève pas totalement du ministère des Colonies. L'Afrique du Nord en est indépendante. L'Algérie ressortit au ministère de l'Intérieur, la Tunisie et le Maroc au ministère des Affaires étrangères. Pour être complet, il faut donc passer en revue l'influence exercée par l'Institut Pasteur dans ces régions aujourd'hui si florissantes et si voisines que nous avons tendance à les considérer comme un prolongement du midi de la France. Là, comme ailleurs, plus même qu'ailleurs, l'influence pasteurienne a été heureuse et féconde.

Tunisie.

La Tunisie fut la première pourvue d'un laboratoire de recherches que Loir fonda en 1893. Les premières années furent consacrées à l'organisation de l'hygiène dans un pays neuf et si différent de notre Europe. L'Institut Pasteur de Tunis prit ensuite l'éclatant développement qui a conduit son directeur, Charles Nicolle, jusqu'au prix Nobel. Notre savant collègue en assuma la direction en 1902 et continue encore à y consacrer sa science, son esprit et son cœur. Il a montré, par la permanence de son action, les avantages et l'importance qui résultent pour un laboratoire, de la continuité dans la direction, à condition qu'elle soit bonne:

Charles Nicolle s'est attaché, avec l'aide de ses

excellents collaborateurs, Conseil, Comte, Blaizot, Blanc, Lebailly, Anderson, Durand, à l'étude profonde et longtemps poursuivie des problèmes pathologiques en présence desquels il s'est trouvé. Nous n'avons pas la prétention d'exposer ici toute son œuvre, la place nous manquerait, mais seulement de citer brièvement quelques-uns des résultats les plus importants obtenus dans cet établissement modèle.

Son œuvre magistrale fut l'étude du typhus exanthématique, cette maladie si grave et encore enveloppée de mystère quand il s'y est attaqué.

Il a montré qu'elle se transmet par la piqûre du pou préalablement infecté et que l'épouillage constitue la méthode prophylactique souveraine. Il a transmis la maladie au singe et au cobaye, et observé que chez ce dernier animal, elle se marque seulement par une courte élévation de température. C'est avec le typhus qu'il a établi une doctrine expérimentale des plus intéressantes. Il a constaté, en collaboration avec Lebailly, que l'infection peut exister chez un animal apparemment sain et ne se reconnaître que parce qu'avec celui-ci on peut en contaminer un autre, d'où le nom très justement appliqué à ces infections latentes, de maladies inapparentes.

Charles Nicolle a établi encore que le pou, agent de transmission de la fièvre récurrente comme du typhus, était incapable, par piqûre comme le font les acariens, de transmettre ces microbes spiralés qui, en se multipliant dans le sang des malades, causent des fièvres à rechûtes. Cependant, le pou contaminé renferme dans son organisme un grand nombre de spirochètes. C'est en écrasant cet insecte irritant sur les lésions de grattage que se fait la contamination. Cette particularité montre que le pou n'est qu'un hôte accidentel du spirochète de la fièvre récurrente, et que ce micro-organisme spiralé vient primitivement d'un acarien.

Nous n'avons pas, jusqu'ici, de moyen de vacciner contre les fièvres éruptives, comme le typhus exanthématique et la rougeole. Charles Nicolle et Conseil ont reconnu au sérum des convalescents de ces deux maladies un pouvoir protecteur et de leur travail est résulté le bénéfice préventif et thérapeutique retiré de l'emploi judicieux de ces sérums.

Il existe en Tunisie une affection des enfants causée par un protozoaire analogue à celui qui cause le bouton d'Orient et qu'on appelle une Leishmania, du nom du savant anglais Leishman, qui a découvert un parasite du même genre dans une maladie de l'Inde, le Kala-Azar. Cette Leishmania ne se localise pas à la peau, mais provoque chez les enfants, comme dans l'Inde, une affection générale qui se manifeste par de la fièvre et une augmentation considérable du volume de la rate. Nicolle, non seulement isola ce parasite, le cultiva en série dans un milieu particulier, mais, avec son collaborateur Ch. Comte, reconnut qu'il se trouve aussi chez les chiens vivant au contact des enfants malades, qu'il représente plutôt un parasite ordinaire du chien et accidentel de l'enfant.

Nous bornons là ce trop court exposé en signalant toutefois que les recherches de Ch. Nicolle et de ses collaborateurs ont porté sur bien d'autres sujets tels que la fièvre méditerranéenne, *maladie d'avenir*, le trachome, la grippe, le chancre mou, etc...

Il serait injuste de ne pas rappeler que sont aussi sortis de cet Institut les travaux fondamentaux d'Et. Burnet sur la fièvre méditerranéenne qui nous vient de la chèvre et des animaux de ferme et sur la mélitine, produit retiré du microbe spécifique et universellement employé aujourd'hui pour diagnostiquer les cas de cette fièvre qu'on appelle encore « ondulante ».

Alger.

L'Algérie attendit plus longtemps que la Tunisie l'Institut Pasteur qui y a joué et y joue toujours un rôle si important. Ce fut en 1909 que Calmette en posa les bases et y installa un jeune savant, sous la direction duquel cet établissement a pris un remarquable essor, Edmond Sergent, qui a conquis dans le monde scientifique une place enviable par la multiplicité et l'importance de ses recherches. Celles-ci ont été faites en collaboration avec le docteur Etienne Sergent, frère du directeur et une pléïade de jeunes savants, Foley, Gillot, Lemaire, Béguet, Parrot, Lhéritier, Senevet, Donatien, Lestoquart, Plantureux, Catanéi, Mlle Rougebief et aussi Nègre et Boquet, qui, après un séjour en Algérie, sont venus à Paris, au laboratoire de Calmette. Sous la conduite maîtresse d'Edmond Sergent, toutes les questions de biologie, toutes les maladies de l'Algérie ont fait l'objet d'études attentives.

Le plus important et le plus longtemps poursuivi de tous ces travaux porta sur l'étude du paludisme. Edmond et Etienne Sergent ont acquis sur ce sujet une compétence qui a été mise à contribution par le gouvernement français pour protéger pendant la guerre l'armée d'Orient.

C'est l'Anophèle qui transmet le parasite du paludisme. Cet insecte vit dans l'eau, et, partout où il y a de l'eau, il y a des Anophèles, même au désert. Les conditions climatériques de l'Algérie ont suggéré aux frères Sergent un stratagème ingénieux qui consiste à creuser deux lits destinés à détourner alternativement le cours des eaux, de façon à tuer par dessiccation les larves d'Anophèles qui y vivent.

Sergent a étudié une trypanosomiase du chameau connue sous le nom de Debab, maladie qui tue un certain nombre de ces animaux avant de prémunir ceux qui résistent, contre

une nouvelle atteinte. Un traitement par l'émétique permet de sauver beaucoup de malades. Il a reconnu que deux mouches piquantes, le taon et le stomoxe, répandent le mal. Mais cette dernière n'est dangereuse que par les trypanosomes restés à la face externe de la trompe après piqûre. Il suffit de la faire piquer au travers d'une gaze à trame serrée, qui essuie automatiquement la trompe, pour la rendre inoffensive.

Le Bouton d'Orient est connu en Algérie sous le nom de clou de Biskra. Sergent a montré qu'une sorte de moustique appelé Phlébotome, est susceptible de le transmettre. Des Phlébotomes rapportés à Alger du Sud algérien, ont communiqué le clou de Biskra par écrasement sur de légères scarifications de la peau.

Les maladies à piroplasmes, protozoaires intraglobulaires transmis par les tiques, causent aux bestiaux des maladies très graves qui représentent une sorte de paludisme spécial des animaux. Les parasites de ce genre appartiennent, en Algérie, à cinq espèces distinctes et généralement confondues. Il fallait les séparer les unes des autres pour prémunir les animaux de ferme contre une atteinte grave, le procédé employé pour les uns ne réussissant pas pour tous. Sergent y est ingénieusement parvenu après de longues et patientes recherches qui permettent d'améliorer le bétail algérien et d'importer sans crainte de les perdre des reproducteurs de choix.

A cette courte énumération, il faudrait encore ajouter une longue liste d'autres travaux et aussi ceux de Bridré sur la vaccination des moutons contre la clavelée, mais nous ne pouvons pas être complet. C'est une perspective à laquelle nous sommes obligés de renoncer.

Maroc.

C'est en 1911 seulement qu'un ancien médecin militaire, pastorien de longue date, le docteur Remlinger, créa un laboratoire qui devint l'Institut Pasteur de Tanger. Il y acquit rapidement une grande autorité par les services qu'il rendit et par les importants travaux qui sont sortis de son laboratoire. Ses études ont pour caractère général d'être aussi complètes que possible. Il s'est attaché à l'étude des virus filtrables neurotropes, étude à laquelle il a été conduit par les recherches qu'il n'a cessé de faire sur le virus rabique.

Le centre de recherches qui a été institué par Remlinger ne se trouve pas précisément dans une colonie française, mais sur un territoire international, et c'est justement en raison de cette qualité internationale que nous avons cru bon de le citer, alors que nous laissons dans l'ombre d'autres établissements, comme l'Institut Pasteur d'Athènes, qui est si bien conduit par le docteur Blanc, ancien collaborateur de Ch. Nicolle.

Bientôt, le Maroc, placé sous le protectorat français, sera pourvu à son tour d'un Institut Pasteur dont les bases ont été posées en grande partie par Edmond Sergent. Le bâtiment qui le recevra s'élève rapidement à Casablanca et l'année prochaine, il pourra commencer à marcher sur les traces de ses devanciers de l'Afrique du Nord.

Cette relation, qui paraîtra sans doute un peu longue à des lecteurs étrangers aux sciences biologiques, suffit à peine à traduire l'influence déjà grande et constamment croissante que prend l'Institut Pasteur dans la France d'outremer. Elle traduit incomplètement le rôle qu'il joue pour la défense des populations contre les maladies qui les menacent et pour la conservation des troupeaux décimés par les épizooties, qui traînent derrière elles la ruine, la misère, la disette et la mort.

LES DISTRIBUTIONS D'ENERGIE ÉLECTRIQUE A BASSE TENSION

PROTECTION CONTRE LA FOUDRE ET CONTRE LES COMMUNICATIONS AVEC LES INSTALLATIONS A HAUTE TENSION(1)

par Charles LEDOUX

I. — Introduction.

Jusqu'à ces dernières années, les distributions d'énergie électrique à basse tension n'avaient été qu'assez rarement le siège d'accidents dûs à la foudre. Mais, avec le grand développement des réseaux ruraux, la fréquence de ces accidents a considérablement augmenté.

Les premiers réseaux de distribution d'énergie électrique se sont établis dans les agglomérations importantes généralement situées dans de vastes plaines alluvionnaires peu souvent frappées par la foudre. De plus, les distributions urbaines sont toujours partiellement soustraites aux influences extérieures, en raison du voisinage de nombreux paratonnerres. L'électrification s'est ensuite poursuivie dans les régions de plaines et les conditions d'établissement des réseaux, quoique déjà un peu moins favorable, sont restées les mêmes.

La progression remarquable de l'électrification rurale qui s'étend dans les régions montagneuses a complètement changé la face du problème.

Ces régions, et principalement celles où affleurent des massifs éruptifs sont beaucoup plus sujettes à recevoir la foudre et les lignes tendues à travers les champs, c'est-à-dire bien dégagées, sont très fréquemment frappées. Aussi, les accidents dûs à la foudre augmentent progressivement avec l'électrification d'une manière impressionnante.

Certaines régions sont particulièrement atteintes. C'est ainsi que dans la Corrèze, au cours de l'été 1929, la foudre, propagée par les lignes électriques a provoqué treize électrocutions mortelles et d'importants dégâts matériels.

Ces faits, qui se sont produits à divers degrés dans d'autres régions, ont effrayé les populations et jeté sur l'électrification un discrédit qui pourrait compromettre son développement futur, s'il n'y était remédié dans le plus bref délai.

Il ne faut en rechercher les causes ni dans les défectuosités des réseaux mal établis, ni dans le luxe d'isolement de réseaux soigneusement installés, car, parmi les réseaux atteints, les uns sont remarquablement installés alors que d'autres laissent infiniment à désirer.

Un seul fait reste indiscutable : la fréquence de chute de la foudre varie selon les régions, dans de très grandes proportions et les réseaux fréquemment atteints se trouvent toujours dans des régions très foudroyées.

En dehors des dangers dûs à la foudre, les distributions d'énergie électrique ont encore à souffrir des contacts qui se produisent parfois entre les installations à haute et basse tension. Il peut alors y avoir élévation du potentiel par rapport au sol et par conséquent danger pour les usagers en même temps que des dégâts matériels. Ces dangers ne sont malheureusement pas illusoires puisqu'en 1928, l'accident d'Arandon dans l'Isère a causé, à lui seul, 5 électrocutions mortelles. Des accidents du même genre se sont produits dans d'autres régions notamment dans l'Est de la France en plusieurs points.

Toute méthode de protection doit être efficace à la fois contre la foudre et contre les contacts entre installations à haute et à basse tension. Elle sera alors complète car ce sont là les seuls dangers accidentels à craindre sur les réseaux à basse tension.

(1) Ce sujet a déjà fait l'objet de diverses communications de l'auteur, notamment :

— La protection des installations à basse tension contre la foudre. *Bulletin de la Société Française des électriciens*, n° 110, d'octobre 1930.

— La protection des réseaux contre la foudre. *Le Bulletin Agricole*, n° 1871 de janvier 1931

— La protection contre la foudre des réseaux de distribution à basse tension. Les contacts entre réseaux à haute et à basse tension. *Revue Générale de l'Electricité* des 21, 28 mars et 4 avril 1931.

II. — La foudre et les régions foudroyées.

La collaboration des météorologistes est précieuse aux électriciens car elle leur permet de pénétrer plus avant dans la connaissance du mécanisme exact de la formation et du développement des décharges orageuses.

Nous ne développerons pas ici la théorie de ces phénomènes qui a été exposée remarquablement dans ces colonnes par M. C. Dauzère (1). Nous nous contenterons de rappeler quelques points essentiels.

La propagation de l'éclair est un phénomène dont le développement initial est relativement lent. Lorsque le champ électrique, dans la

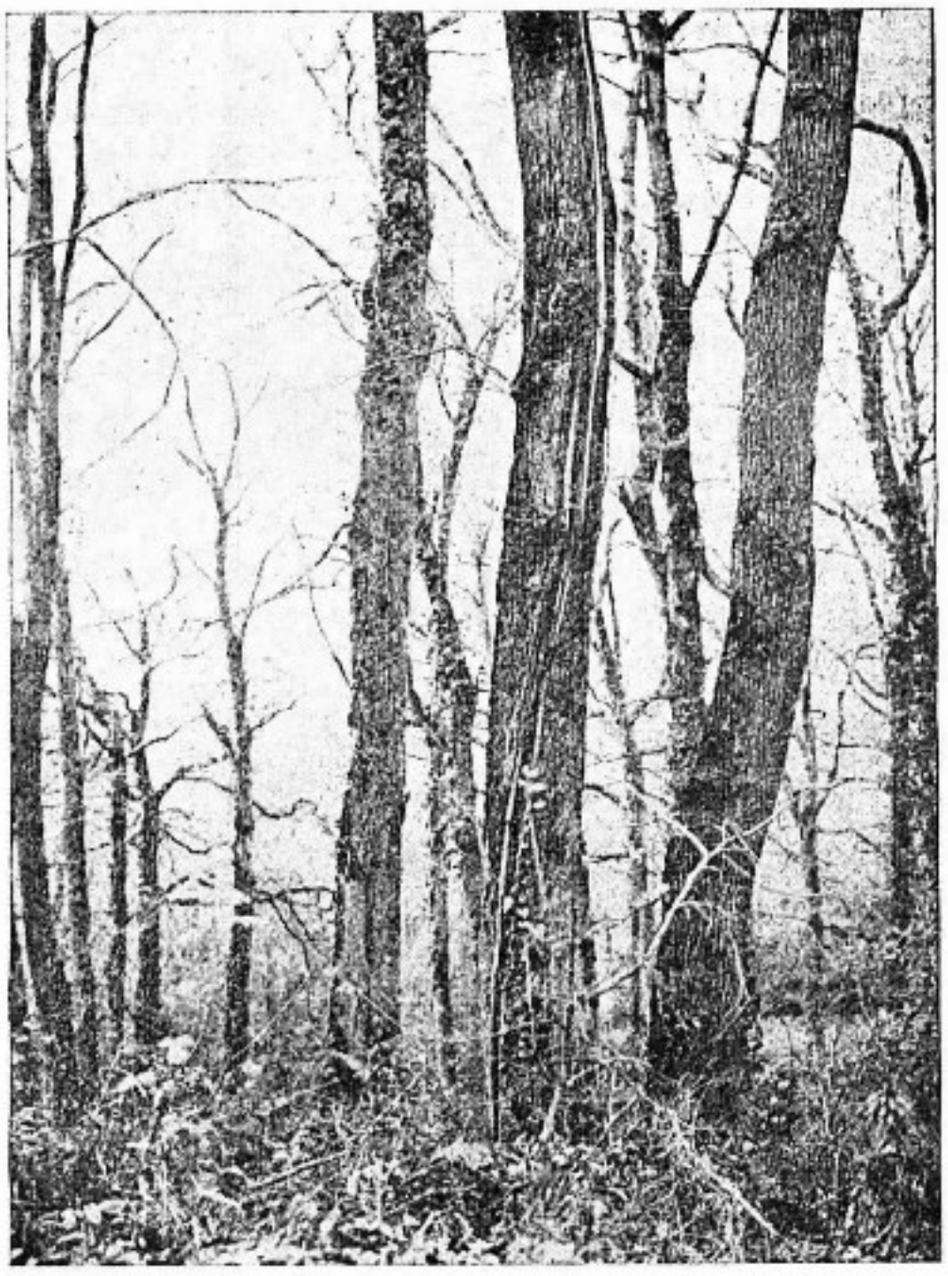


Fig. 1.
Sillon creusé par la foudre sur le tronc d'un arbre.

partie du nuage où se sont accumulées les gouttes d'eau chargées d'électricité (positive dans la plus grande majorité des cas) atteint la valeur critique, il y a rupture diélectrique de l'air et les ions positifs sont violemment repoussés. L'ionisation se propage par choc avec une vitesse accélérée. Il se forme un canal lumineux à travers lequel se précipitent les ions et qui constitue l'éclair. Celui-ci progresse à la manière d'une fusée dans une direction influencée par le champ et surtout par la conductibilité de l'air dûe à la présence de nombreux ions. Le relief n'exerçant d'action qu'à une altitude très faible est pratiquement sans action sur l'éclair, tout au moins sur la majeure partie de son trajet.

La théorie de M. C. Dauzère, confirmée par l'observation et l'expérience, montre que les lieux fréquemment foudroyés se confondent avec les centres d'ionisation et sont situés :

1° Sur des terrains éruptifs. Les granits sont particulièrement dangereux ;

2° Sur les lignes de contact de couches géologiques différentes. Sur ces lignes sont situés les cols, les pieds de falaises, les gorges encaissées, les fond de vallons, les points d'émergence des sources.

Nous avons recueilli, au cours de nombreux voyages à travers la France et la Belgique d'abondantes observations qui, si l'on tient compte de l'influence du climat, vérifient pleinement la théorie de M. C. Dauzère. Nous avons pu déterminer ainsi les régions les plus foudroyées.

De nombreux renseignements nous ont été fournis par les entreprises de distribution électrique. Nous avons utilisé également comme moyen d'enquête rapide et certain l'examen des traces laissées par la foudre sur le tronc des arbres. Lorsque la foudre frappe un arbre elle le détruit très rarement et trace simplement sur le tronc un sillon caractéristique plus ou moins profond (fig. 1).

Nous avons établi ainsi une carte indiquant la fréquence approximative des coups de foudre dans les diverses régions de France. Cette carte reproduite sur la figure 2 n'a d'autre prétention que d'indiquer les régions les plus atteintes sans en préciser de manière formelle les limites. Elle donne une idée assez exacte de la situation des diverses régions à cet égard et nous serons très heureux de pouvoir la compléter et la rectifier d'après les indications que l'on voudra bien nous adresser. Elle montre que des régions assez étendues sont particulièrement menacées et cela donne une idée de l'importance du problème de la protection.

II. — Accidents produits par la foudre sur les réseaux a basse tension.

De la théorie de M. C. Dauzère il résulte clairement que la conductibilité du sol est sans action sur l'éclair et que, par conséquent, les masses conductrices placées dans le sol ou au-dessus du sol sont aussi sans action sur sa formation et sa propagation. On peut donc affirmer que les lignes électriques, pas plus que les paratonnerres, n'attirent la foudre.

(1) C. Dauzère. La foudre, la grêle et la pluie. *Revue Scientifique*, numéros 22 et 23 des 22 novembre et 13 décembre 1930.

Cette question a fait l'objet d'une importante discussion à la Société Météorologique de France (1), au cours de laquelle tous les membres présents ont reconnu le rôle complètement passif des lignes électriques. D'ailleurs la foudre, elles la reçoivent cependant pour leur plus grand dommage et la transportent à des distances souvent considérables, parfois jusque dans l'intérieur des habitations, multipliant ainsi le danger. C'est ce qui explique la

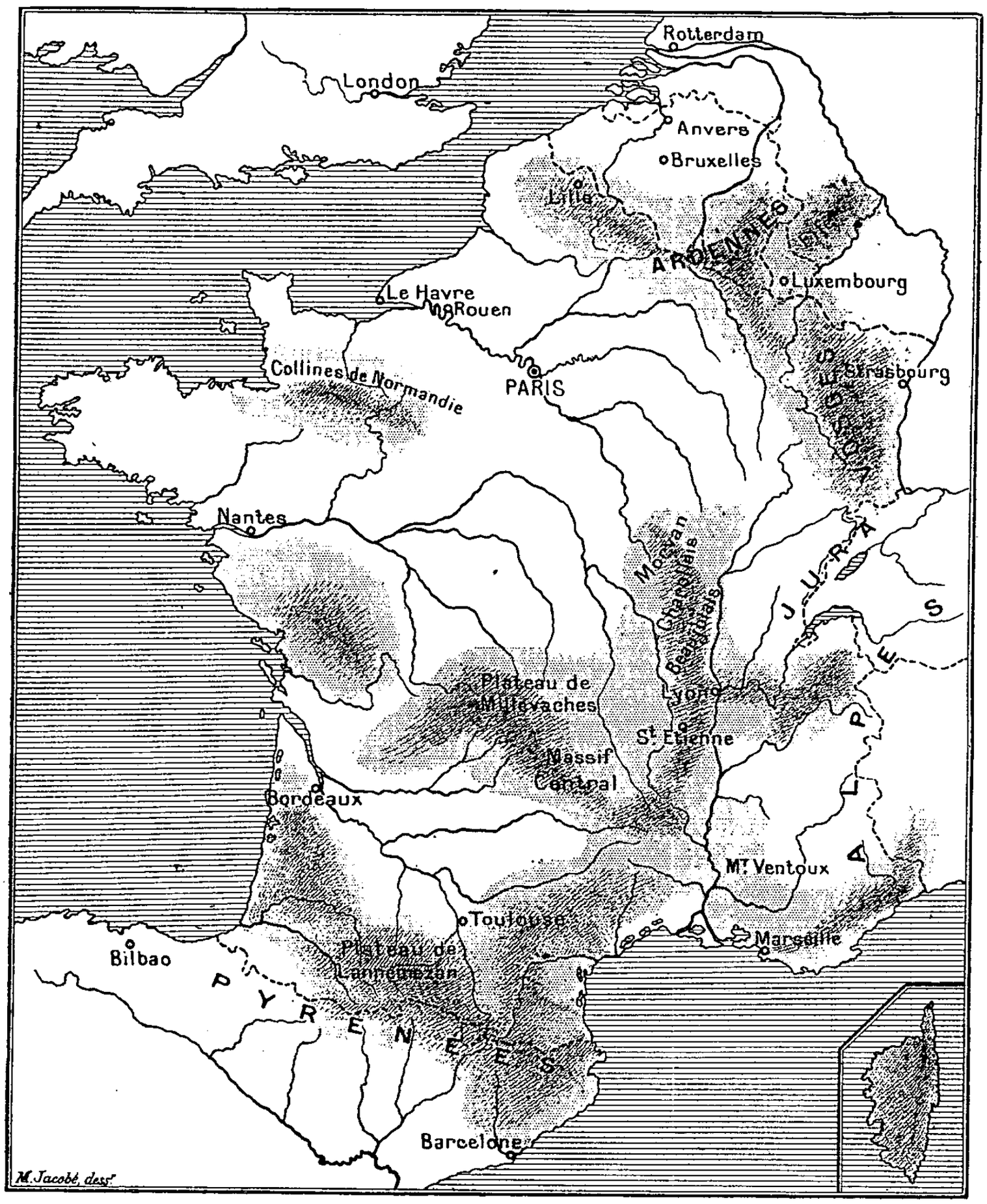


Fig. 2. — Carte indiquant les régions les plus foudroyées de France.

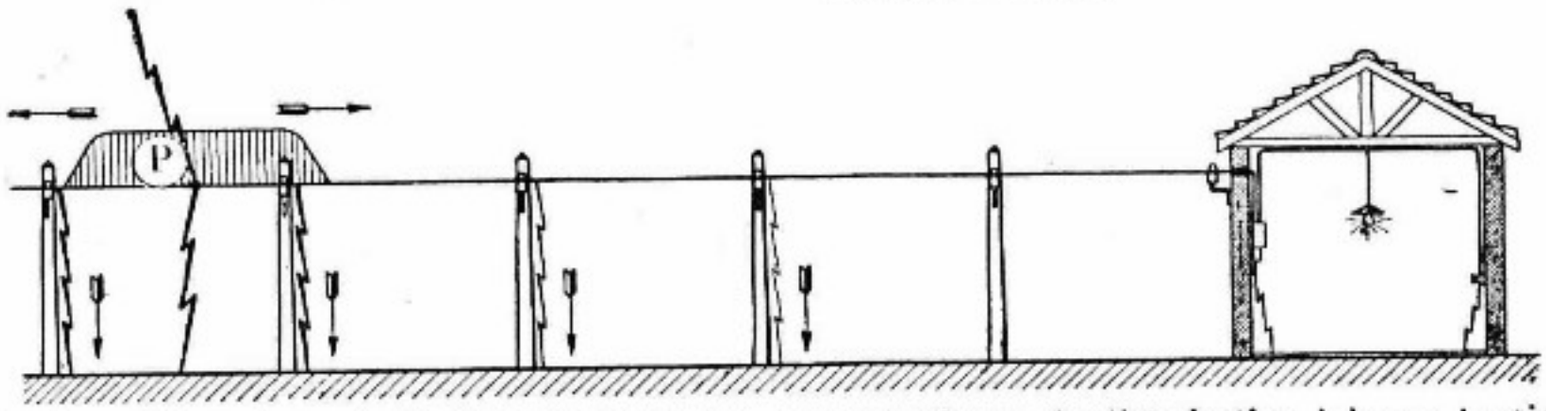
comment admettre qu'une ligne électrique, située à une dizaine de mètres au-dessus du sol, puisse exercer la moindre action sur un nuage orageux situé à 2 ou 3.000 mètres au-dessus.

Mais si les lignes électriques n'attirent pas multiplication des accidents dûs à la foudre, avec le développement de l'électrification rurale. Jadis lorsque la foudre tombait dans un champ, elle ne laissait aucune trace. Maintenant que le champ est traversé par une ligne électrique, si celle-ci est frappée, le coup de foudre ne passe malheureusement plus inaperçu. L'examen d'un grand nombre d'installations foudroyées nous a permis de déterminer le processus des phénomènes et les lois de propagation du fluide.

Considérons une ligne alimentant une ou

(1) Voir compte rendu dans la *Météorologie*, numéros 52 à 54 de juillet-septembre 1929. Voir en particulier les remarques de M. Dauzère sur les points de chute de la foudre et celles de M. Ledoux sur l'action de la foudre sur les lignes électriques.

plusieurs installations intérieures (fig. 3) et supposons que l'éclair frappe la ligne au point P. Dans la majorité des cas la distance entre conducteurs est assez faible pour que tous les fils soient atteints. L'éclair apporte sur la ligne des charges très généralement positives qui élèvent le potentiel à une valeur extrêmement haute. Selon les dimensions du



Fig, 3. — Mécanisme de l'action de la foudre, sur un réseau de distribution à basse tention. Les dégâts vont en décroissant dans le sens de propagation.

conducteur et l'intensité de l'éclair, celui-ci continue ou non son chemin vers la terre. En général la ligne est simplement touchée par l'éclair. Une partie des charges transportées demeure donc sur la ligne et se propage de part et d'autre du point frappé sous forme d'une onde à front très raide et d'amplitude très grande.

Lorsque cette onde arrive au droit du premier support, elle passe partiellement à la terre en contournant un isolateur. Si le support est métallique il n'est pas endommagé et seul l'isolateur porte quelquefois trace du passage de la foudre. Si le support est en bois, ce qui est le cas le plus fréquent dans les réseaux ruraux, la décharge suit le poteau jusqu'à la terre en lui arrachant des esquilles plus ou moins volumineuses. Souvent le premier poteau est fortement endommagé ainsi que le montre la figure 4. Au droit du second support une nouvelle décharge se produit en faisant des dégâts analogues, mais un peu moins violents. Les dégâts vont ainsi en diminuant rapidement dans le sens de la propagation, les poteaux en bois ne portant plus guère que des traces légères (fig. 5). Il est assez rare que le rayon d'action de la foudre sur les poteaux de ligne dépasse quelques centaines de mètres. Cela prouve qu'après avoir parcouru cette distance et provoqué des décharges successives l'onde mobile a son amplitude réduite à une valeur compatible avec l'isolement des lignes, mais encore très dangereuse pour les usagers, cette onde conservant un front très raide.

Lorsqu'elle arrive sur un branchement d'abonné, il se produit parfois une décharge à l'extérieur de la maison comme sur les poteaux de ligne, puis elle pénètre à l'intérieur et arrive sur le panneau du compteur qui subit généralement des dégâts importants ainsi qu'en témoigne la figure 6. Le boîtier du compteur est gonflé et la glace est violemment projetée. Le mécanisme et les enroulements demeurent souvent intacts. Les fusibles placés sur le panneau sont presque toujours fondus et le socle de porcelaine est brisé. L'interrupteur est également brisé et sa glace (dans le cas d'interrupteurs sous coffret vitré) est violemment projetée. Enfin il est fréquent que le mur sur lequel est fixé le panneau de compteur porte la trace du passage de la foudre vers

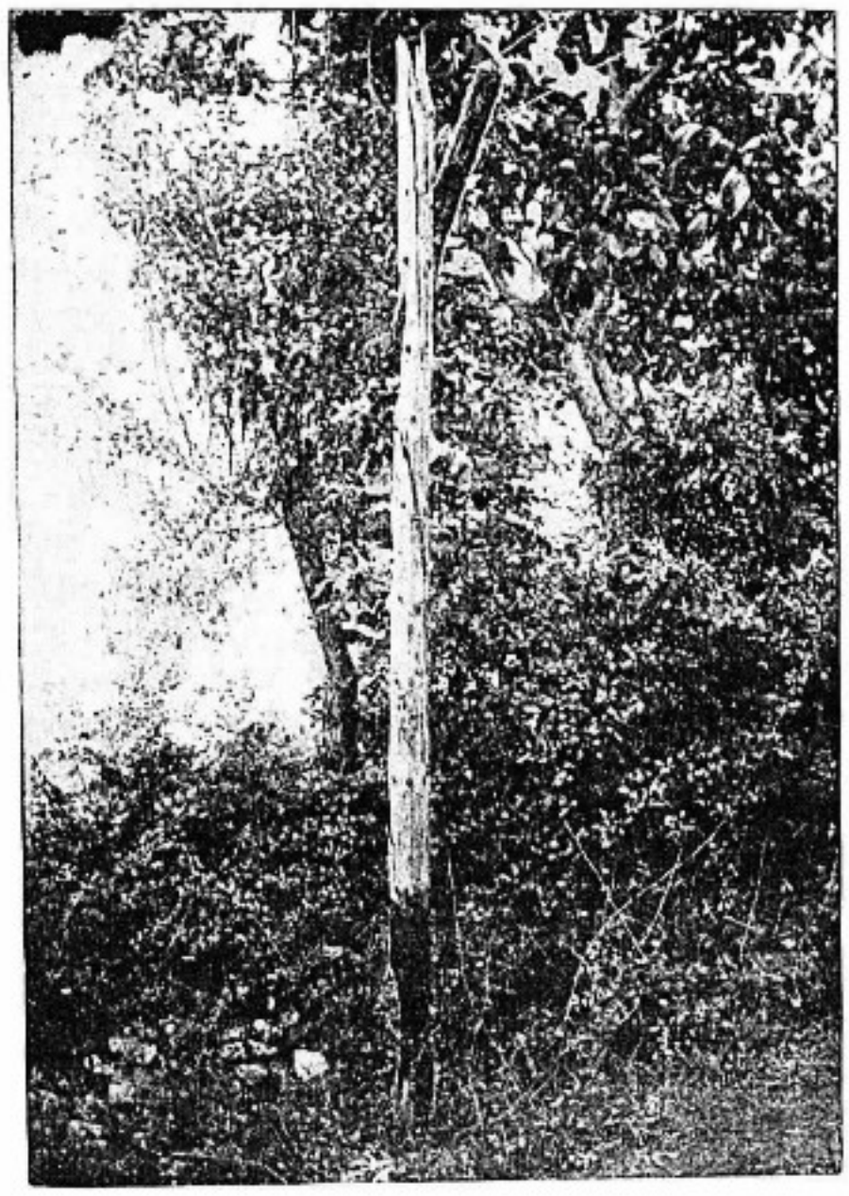


Fig. 4. — Effet produit par la foudre sur un poteau en bois au voisinage immédiat du point de chute sur la ligne.

le sol sous forme d'une excavation plus ou moins profonde.

Dans l'installation intérieure les conducteurs portent également trace de son passage. Les fils sont parfois déguipés, les moulures en bois

arrachées, les tubes isolants genre Bergman ouverts. Tous ces effets mécaniques sont accompagnés de manifestations thermiques insignifiantes. Les boîtiers des coupe-circuit sont quelquefois brisés et les fusibles sont souvent

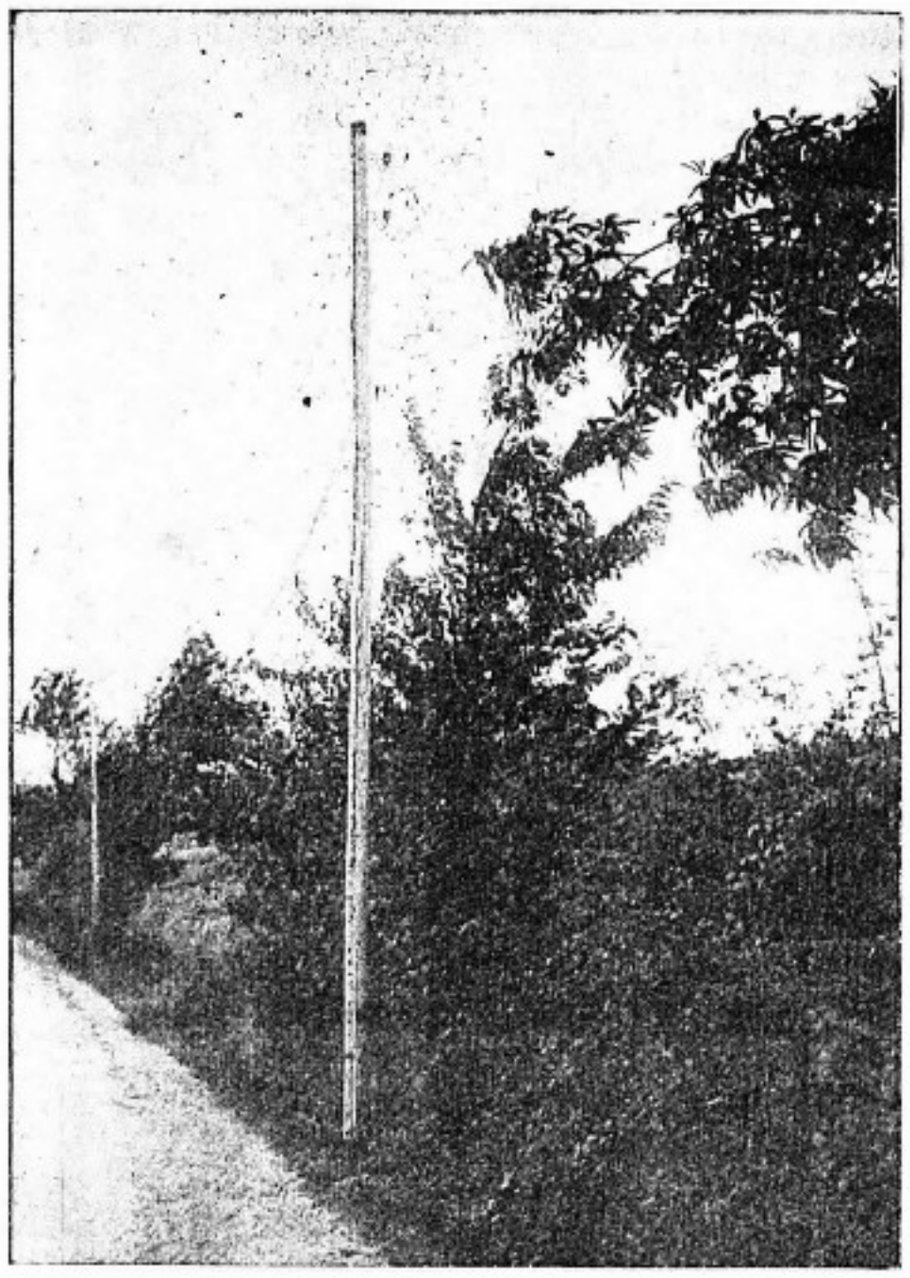


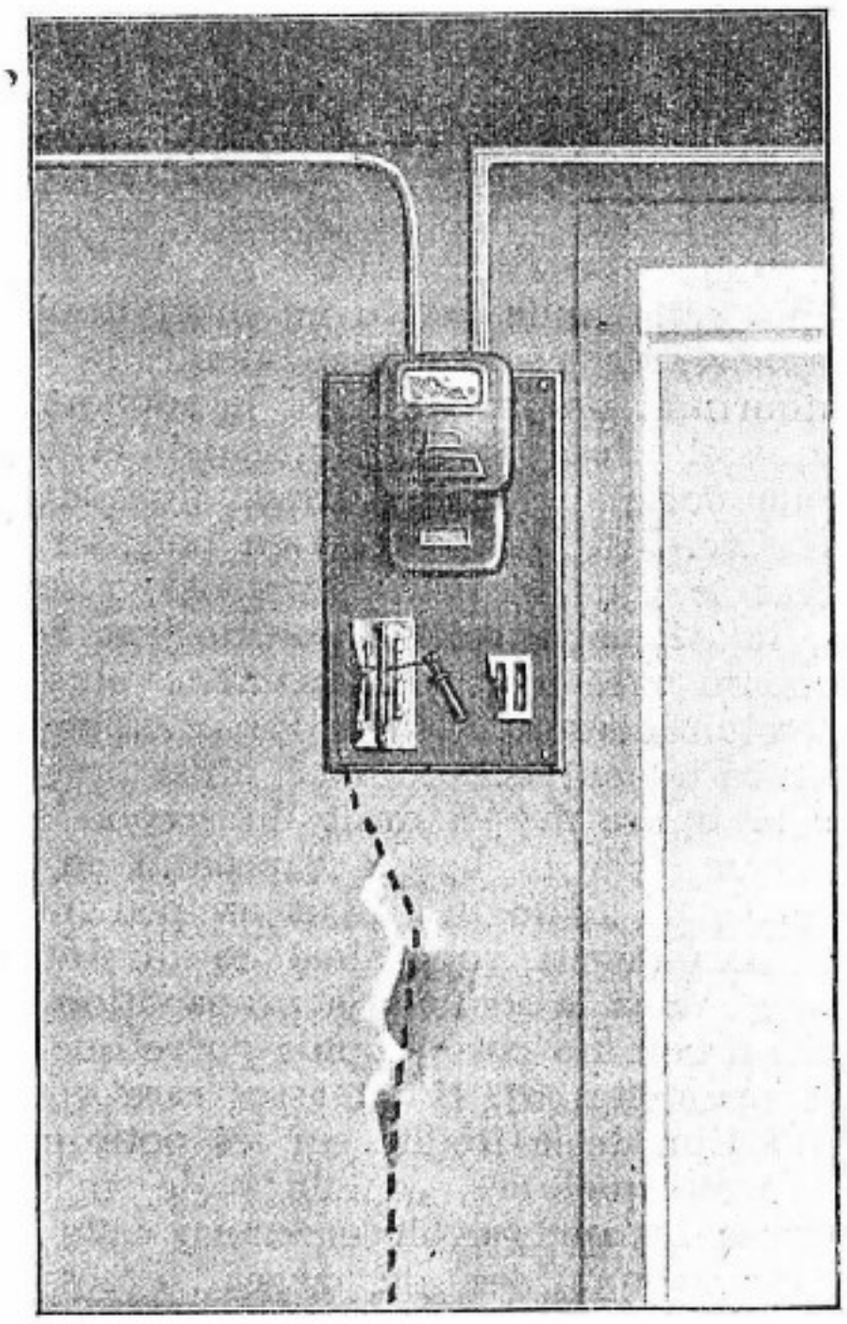
Fig. 5. — Effet produit par la foudre sur un poteau en bois à une certaine distance du point de chute sur la ligne.

fondus. Les interrupteurs qui constituent des points bas dans l'installation sont assez fréquemment détériorés et les parois qui les supportent portent trace d'un amorçage entre l'interrupteur et le sol (fig. 7) sans que l'interrupteur présente autre chose que des détériorations mécaniques ou thermiques insignifiantes. Les lampes ont parfois leur filament brisé ; il arrive même qu'elles éclatent.

Les accidents matériels peuvent se produire jusqu'à des distances considérables (plus de 1.000 mètres) du point de chute de la foudre, alors même que les lignes ne portent plus la moindre trace. En général ces accidents se manifestent sur la totalité des installations intérieures reliées à la ligne frappée dans un périmètre de plusieurs centaines de mètres. L'importance des dégâts varie dans de très larges proportions avec celle des lignes frappées et celle des éclairs. Ceux-ci étant presque toujours ramifiés il peut arriver que seule une dérivation secondaire atteigne le réseau causant des dégâts insignifiants ou qu'un même éclair frappe le réseau simultanément en plusieurs points, les conséquences sont alors terribles.

Les effets de la foudre sur les installations électriques s'expliquent aisément par la forme de l'onde mobile et son mode de propagation. La grande majorité des effets constatés sont purement mécaniques, ce sont des effets de percussion c'est-à-dire qu'ils sont caractérisés par le caractère instantané des efforts appliqués et non par la quantité d'énergie mise en jeu qui demeure faible en regard des effets produits.

La tension de décharge d'un isolateur étant d'autant plus élevée que la durée d'application de la tension est plus faible, l'onde mobile garde, en raison de sa longueur faible, une amplitude considérable. Il se produit un effet couronne très marqué et des effluves nombreuses illuminent les installations.



Fig, 6. — Effet produit par la foudre sur un panneau de compteur (d'après une photographie). Le passage de la décharge du compteur au sol a produit une excavation dans le mur.

La propagation de l'onde mobile sur les lignes est liée à l'impédance d'onde $Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ de celle-ci par la relation bien connue $u = iZ$

(1). L'onde se propage donc d'autant plus facilement que l'impédance d'onde est plus faible, la résistance des conducteurs ayant une importance tout à fait secondaire, d'autant plus que l'intensité de l'effet couronne peut être telle que la propagation se fasse autant autour du conducteur que sur le conducteur lui-même.

Dans ces conditions, on conçoit que lorsqu'une onde est arrivée à l'extrémité d'un circuit (tel qu'un interrupteur ou une lampe dans une installation intérieure) elle continue sa

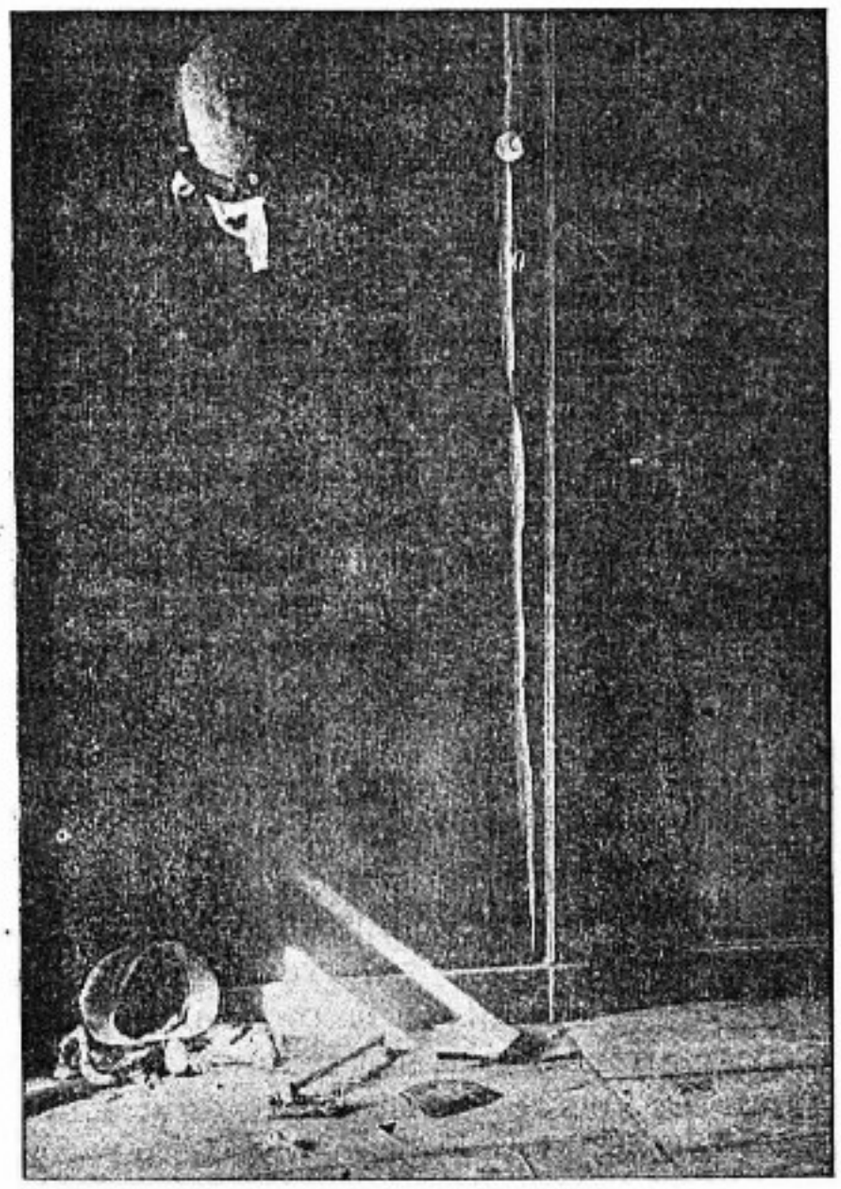


Fig. 7. — Installation intérieure foudroyée. Le passage de la décharge de l'interrupteur au sol a tracé un sillon sur la cloison de bois; l'interrupteur n'est pas abîmé.

route à travers l'air qui s'ionise par choc de proche en proche : c'est l'éclair qui, reprenant son mode initial de propagation, continue sa route vers le sol après avoir suivi un moment l'installation.

Les électrocutions de personnes ou d'animaux se produisent lorsque, au moment où la foudre parcourt l'installation électrique, il y a contact ou simplement proximité suffisante avec cette dernière. Fort heureusement, le nombre des accidents mortels est faible par rapport à celui des accidents matériels. Mais il serait bien imprudent de spéculer sur ce fait. Du moment que, dans un réseau de distribution, on enregistre des accidents matériels, la possibilité d'électrocution des usagers n'est qu'une simple question de probabilités et il est urgent de prendre sans délai les mesures de protection nécessaires.

(1) Pour toutes les questions relatives aux ondes mobiles, on se reportera à notre étude : Ondes mobiles, parue dans la *Revue Générale de l'Electricité* des 19, 26 novembre, 3, 10, 17 et 24 décembre 1927, t. XXII).

IV. — Dangers dus aux communications entre les installations a haute et basse tension.

Quelles que soient les précautions prises dans l'établissement des réseaux de distribution, il arrive quelquefois qu'une communication se produise entre les installations à haute et basse tension.

Lorsqu'un tel contact se produit et que le neutre du réseau à basse tension est isolé, le potentiel de ce réseau se trouve porté par rapport au sol à une valeur élevée égale à celle de l'installation à haute tension. Le danger est d'autant plus grand pour l'usager que, bien souvent, aucun signe apparent ne vient l'avertir.

Si le transformateur alimentant la distribution à basse tension a son neutre relié à la terre par l'intermédiaire d'un cardew, il faut que cet appareil soit perforé pour qu'il y ait protection. Il faut donc que l'élévation de potentiel dépasse certaine valeur, ce qui ne correspond pas à une protection parfaite surtout si la prise de terre a une résistance élevée.

Si le transformateur alimentant le réseau a son neutre basse tension directement relié à la terre par une prise dont la résistance est assez considérable (on trouve une très grande quantité de prises de terre ayant une résistance très supérieure à 100 ohms) et qu'un courant de quelques ampères passe de la ligne à haute tension au sol sans la faire déclencher, il y aura encore élévation de potentiel dangereuse pour l'usager. Si le défaut se maintient un certain temps la prise de terre s'échauffe, le sol se dessèche et la résistance augmente accroissant ainsi le danger.

Si le réseau à basse tension a son fil neutre relié directement à une prise de terre de faible résistance il n'y a théoriquement aucun danger.

Il n'est matériellement pas possible d'établir des installations sur lesquelles il ne puisse jamais se produire de communications entre les installations à haute et à basse tension. Divers cas peuvent se présenter :

1° Il existe dans les réseaux ruraux un certain nombre de lignes mixtes c'est-à-dire comportant une ligne à haute tension en tête des pylones et une ligne de distribution à basse

tension au-dessous (fig. 8). Ce mode de construction est de plus en plus abandonné, mais il n'en subsiste pas moins un grand nombre de lignes que l'on ne modifie pas, par raison d'économie. Une cause extérieure quelconque (foudre, vent, arbre tombant sur la ligne, poteau rompu, etc.) peut faire tomber un fil de la ligne à haute tension sur celle à basse tension ;

2° Il est très difficile d'éviter les croisements de ligne à haute et basse tension. Les risques

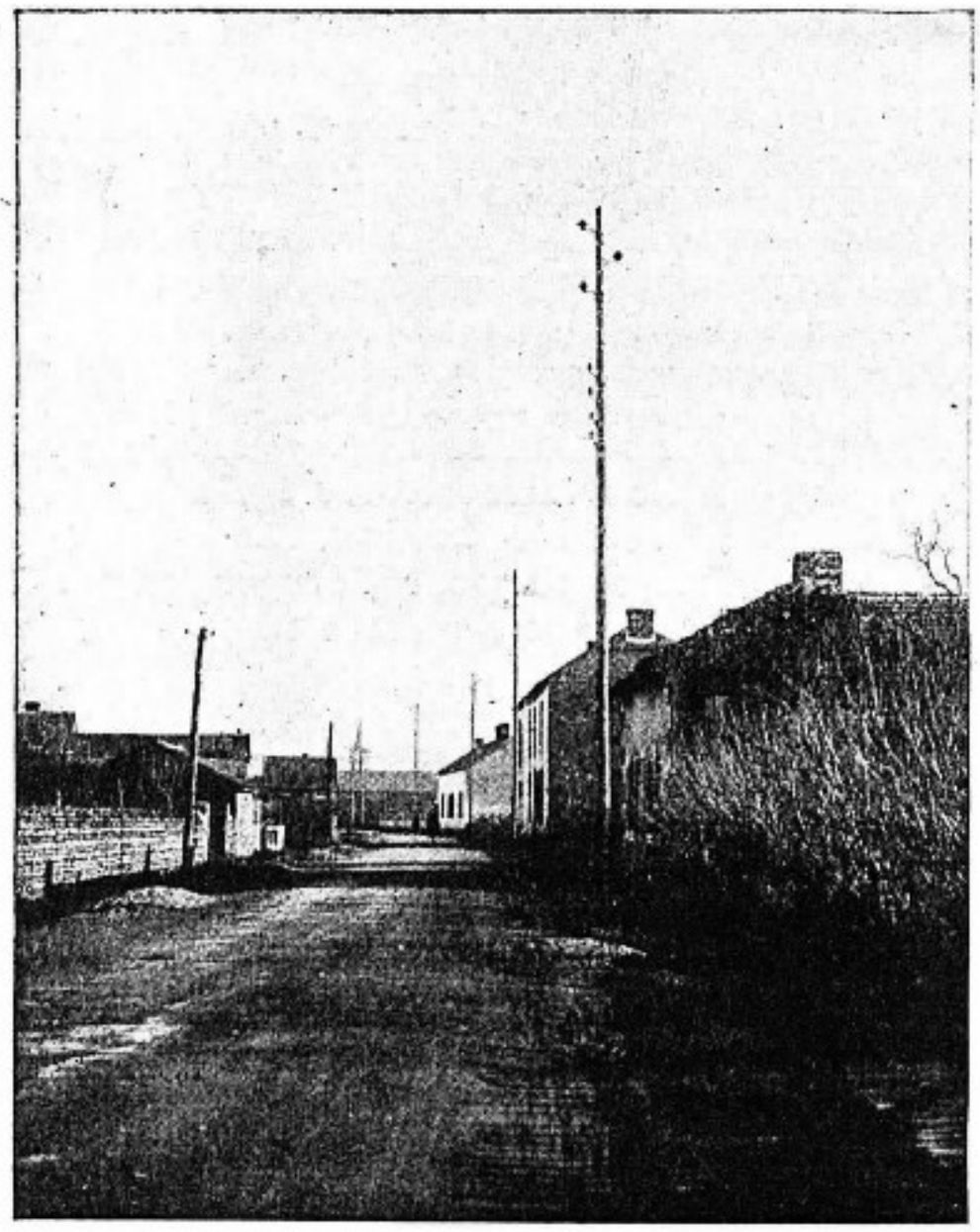


Fig. 8. -- Ligne mixte sur poteaux en bois.

sont évidemment moindres mais ils ne sont pas négligeables ;

3° Il est tout à fait impossible, dans les transformateurs, d'éviter le voisinage des enroulements à haute et à basse tension. Les risques de communication sont pratiquement nuls tant qu'une cause accidentelle n'intervient. Mais si une surtension endommage le transformateur un amorçage peut se produire entre les deux enroulements.

4° D'autres cas plus ou moins bizarres peuvent encore se présenter, les diverses mises à la terre, dans les postes, ne pouvant pas toujours être réalisées d'une manière parfaite.

Ce qui augmente le plus le danger dans les contacts entre les installations à haute et à basse tension c'est que le défaut peut durer plusieurs heures avant d'être éliminé. Les probabilités de contact de l'usager avec son installation intérieure sont alors très grandes.

La protection doit donc tendre non seulement à empêcher l'élévation de potentiel du réseau à basse tension, comme c'est le cas de la mise à la terre du neutre, mais aussi à provoquer l'élimination du défaut par mise hors service de la ligne à haute tension.

Une grande partie des contacts qui se produisent entre les installations à haute et basse tension sont imputables à la foudre qui provoque la chute des lignes à haute tension et surtout le claquage des transformateurs.

V. — Etat actuel de la technique de protection.

La technique de la protection des réseaux à la basse tension est demeurée assez rudimentaire jusqu'à ces dernières années. S'il existe quelques appareils satisfaisants en eux-mêmes, parmi d'autres archaïques, il n'existe par contre aucune méthode générale et l'on peut affirmer qu'il n'y a pas une seule distribution d'énergie électrique dont la protection réellement complète soit assurée. Cette carence provient, pour une large part, de la rareté des accidents causés jusqu'ici par la foudre.

Dans un grand nombre d'installations anciennes aucune précaution n'est prise contre la foudre.

Parmi les installations actuelles, beaucoup comportent simplement, dans le poste de transformation, une mise à la terre du neutre effectuée, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une parasurtension ou cardew. Les réseaux ayant leur fil neutre directement relié à la terre en plusieurs points sont encore très rares.

Dans quelques cas, en plus de la protection du neutre, — ou encore quand il n'y a pas de neutre, — on place dans le poste de transformation un jeu de parafoudres entre les fils de phase et la terre. Dans les réseaux ruraux, les appareils de protection sont généralement placés dans un coffret avec l'interrupteur de départ.

Quelquefois encore, les exploitants placent par endroits, sur leurs lignes, quelques parafoudres ou parasurtensions. Cette pratique, malheureusement beaucoup trop rare, s'étend rapidement, en particulier sur les réseaux où des accidents se sont déjà produits.

La réalisation des appareils de protection proprement dits a présenté peu d'innovations durant ces dernières années. Seule, leur présentation a été améliorée. Toutefois, on peut considérer que pour la protection des lignes et celle des postes ces appareils sont suffisants.

Les parasurtensions ou cardews comportent deux électrodes métalliques séparées par une

feuille isolante perforée. Ces appareils sont très connus. Ils ont été conçus, primitivement, dans le but unique de réunir à la terre le neutre basse tension des transformateurs afin d'éviter les dangers résultant d'un contact entre les enroulements à haute et basse tension. Mais il arrive qu'on les utilise sur les fils de phase au même titre que les parafoudres. Ils assurent une protection excellente mais lorsqu'ils ont livré passage à une décharge les électrodes se soudent et l'exploitation se trouve interrompue. Il arrive même qu'ils s'amorcent intempestivement rendant l'exploitation difficile. On ne doit donc pas les utiliser sur les fils de phase des lignes. L'intérêt des parasurtensions placées sur le neutre a beaucoup diminué depuis l'arrêté technique du 30 avril 1927 qui rend la mise à la terre directe du neutre obligatoire pour toutes les installations dont la tension de service par rapport au sol n'excède pas 150 volts.

Les parafoudres à basse tension comportent tous un intervalle d'air avec ou sans résistance de décharge en série. Quelquefois un dispositif de soufflage leur est adjoint. Ils réalisent l'un quelconque des schémas de la

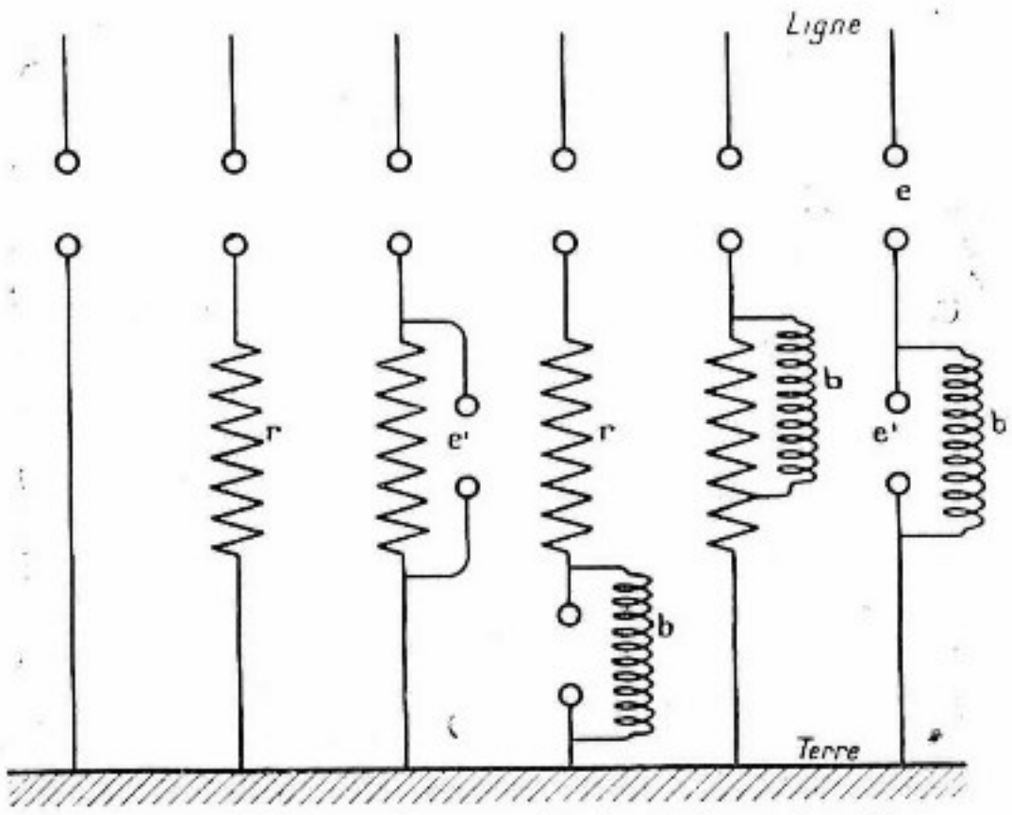


Fig. 9, — Schéma des parafoudre à basse tension.

figure 9. Ils sont très nombreux depuis les modèles archaïques à peignes, à cornes, à ogives, à rouleaux, etc. qui sont de plus en plus abandonnés en raison de leur inaptitude à se souffler jusqu'aux modèles dont la perfection mécanique constitue un grave et double défaut d'insécurité et de prix élevé.

Si, au point de vue de la protection contre la foudre, tous les parafoudres sont à peu près équivalents du moment que leur circuit de décharge est convenablement établi, il n'en est pas de même au point de vue de l'exploitation. Un bon parafoudre doit présenter les qualités suivantes : avoir une tension d'amorçage assez faible et une extinction bien assurée, être robuste et ne demander ni surveillance, ni entretien, être insensible aux intempéries et enfin être économique car l'efficacité des parafoudres dépend de leur nombre et seul, un appareil économique peut être largement diffusé.

Un parafoudre particulièrement intéressant parce qu'il répond à toutes ces conditions est celui représenté sur la figure 10. Il comprend une série de disques de zinc de forme spéciale

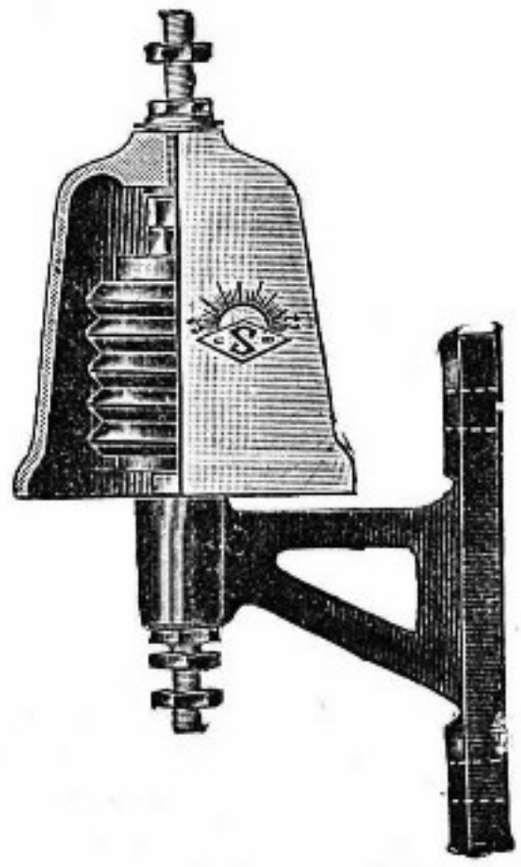


Fig. 10. — Parafoudre d'extérieur à intervalles multiples des établissements D. Soulé.

disposés sur un noyau isolant et constituant un certain nombre d'intervalles explosifs proportionnel à la tension de service. Deux tiges filetées reliées aux extrémités de l'éclateur servent de prises de courant. L'une porte une cloche en porcelaine qui protège l'appareil de la pluie. L'autre est fixée sur une petite console en fonte servant de support. Cet appareil est déjà bien connu des exploitants.

On emploie quelquefois, pour la protection des circuits à basse tension des postes de transformation, conjointement aux parafoudres, des bobines de self-induction de quelques spires. Cet usage n'est pas très répandu et c'est regrettable car des bobines convenablement installées peuvent rendre des services.

VI. — Etude des divers moyens de protection.

On dispose, à l'heure actuelle, d'un certain nombre de moyens susceptibles d'être utilisés en vue de la protection des réseaux à basse tension. Nous allons les examiner successivement afin de déterminer le rôle possible de chacun d'eux dans la réalisation d'une protection complète.

1° *Eviction des lieux foudroyés.* — Etant donné les relations entre la foudre et la nature géologique du sol, on doit éviter l'installation des lignes et surtout des postes de transformation dans les lieux plus particulièrement susceptibles de recevoir la foudre. Il convient donc de rechercher, par examen géologique et par voie d'enquête, ces lieux dangereux. Si, dans certaines régions où la fréquence de chute est très considérable, il est souvent impossible d'obtenir ainsi une augmentation réelle de la sécurité, il n'est jamais inutile de savoir à l'avance qu'une installation risquera d'être fréquemment foudroyée car il devient possible de prendre dès l'abord des mesures de protection nécessaires.

2° *Emploi des paratonnerres.* — L'emploi généralisé de paratonnerres constitue un procédé de protection excellent. Il est possible d'en constituer de très simples et de très économiques en plaçant un conducteur en fil de fer de 8 à 10 mm. de diamètre, légèrement apointé et émergeant d'au moins un mètre au-dessus de l'installation à protéger. En particulier, tout poste de transformation doit en comporter un. Il est également prudent d'en installer le long des lignes ou à leur voisinage immédiat, dans les endroits particulièrement menacés. Enfin, les habitations situées dans les endroits dangereux ou considérés comme tels, doivent être également protégées de la même manière.

Il est regrettable que les paratonnerres ne soient pas plus fréquemment employés. Cela provient probablement de ce que beaucoup de gens croient, à tort, qu'ils attirent la foudre, alors qu'ils se contentent de la recevoir lorsqu'elle passe dans leur voisinage immédiat.

3° *Emploi d'un fil de terre.* — Un fil de terre tendu au-dessus des lignes et réuni au sol à chaque support peut rendre de réels services, mais son coût assez élevé est un inconvénient d'autant plus sensible qu'il n'assure qu'une protection très relative. Toutefois, pour quelques tronçons de lignes traversant des endroits particulièrement aptes à recevoir des coups de foudre, son emploi peut être envisagé. On peut alors le combiner avec des paratonnerres.

Dans les réseaux triphasés à quatre fils, qui sont de beaucoup les plus nombreux, le fil neutre placé en tête des armements joue le rôle de fil de terre lorsqu'il est réuni au sol en de nombreux points.

4° *Mise à la terre du neutre.* — La mise à la terre du neutre a été rendue obligatoire, par l'arrêté technique du 30 avril 1927, pour les installations dont la tension par rapport à la terre est inférieure à 150 volts et facultative pour les installations dont la tension dépasse cette valeur.

Les raisons que l'on peut invoquer pour ou contre la mise à la terre du neutre se rapportent à la sécurité des usagers considérée, d'une part, relativement aux dangers dûs à la foudre et aux contacts entre les installations à haute et basse tension et d'autre part, relativement aux dangers dûs à la tension normale de service (1).

En ce qui concerne ce dernier point, il est évident que, théoriquement, la mise à la terre du neutre augmente les risques d'électrocution puisque la résistance du sujet intervient seule alors que, dans le cas du neutre isolé la résistance d'isolement du réseau s'y ajoute. Reste à savoir, en pratique, dans quelle proportion les risques sont augmentés.

Nous avons examiné de nombreux réseaux. Leurs exploitants avaient eu à se plaindre beaucoup plus de la foudre et des contacts entre haute et basse tension que des dangers dûs à la tension normale de service. Nous sommes donc partisan de la mise à la terre directe du neutre encore que nous ne lui reconnaissions qu'un rôle très partiel de protection.

Lorsque l'exploitant continue cependant à isoler le point neutre (pour une tension de service dépassant 150 volts, bien entendu), il agira sagement en intercalant un cardew entre le neutre et la terre non seulement au poste de transformation mais aussi en plusieurs points du réseau afin d'être sûr d'obtenir la mise à la terre certaine en cas de communication avec la haute tension. Il devra vérifier régulièrement l'isolement afin d'être certain que son réseau ne fonctionne ni avec le neutre, ni avec une phase à la terre, comme cela arrive fréquemment en pareil cas.

Dans les réseaux triphasés triangle, la question ne se pose pas. L'exploitant doit alors vérifier fréquemment l'isolement pour être certain que le réseau ne fonctionne pas avec une phase à la terre. Les distributions triphasées à trois fils ne permettent pas de réaliser une économie appréciable sur les distributions à quatre fils et il est souhaitable que ce système soit abandonné. Dans les régions foudroyées où l'on peut être amené à employer un fil de terre

(1) Pour plus de détails, on se reportera aux études sur la question et en particulier aux suivantes :

E. Brylinski. — *Sur la mise à la terre du neutre, dans les réseaux triphasés à basse tension*, R. G. E. du 9 nov. 1929, t. XXVI, p. 369.

A. Mauduit. — *Protections obtenues et dangers occasionnés par les diverses mises à la terre dans les réseaux à basse et haute tension.* R. G. E. du 23 juin 1929, t. XXV, p. 875-882.

Prescriptions spéciales relatives aux installations de la première catégorie particulièrement exposées à recevoir la foudre. R. G. E., 20 décembre 1930, t. XXVIII, p. 1.007-1.011.

au-dessus des lignes, il est beaucoup plus intéressant de placer tout simplement un fil neutre qui permet de ramener à une valeur plus faible la tension de distribution aux abonnés sans perdre les avantages des tensions de distribution plus élevées. Un réseau à 200 volts triangle devient ainsi un réseau à 115-200 volts et un réseau à 380 volts triangle devient un réseau à 220-380 volts. Sur des réseaux existants c'est quelquefois l'élévation de tension qui est réalisée afin de n'apporter aucun changement aux appareils d'utilisation.

Dans les réseaux monophasés à deux fils qui sont fort intéressants pour l'électrification des écarts de très faible importance, on peut mettre le fil supérieur à la terre.

La protection assurée par la mise à la terre du neutre au poste de transformation, en cas de contact avec la haute tension dépend de la résistance de la prise de terre et de sa capacité de débit, l'élévation de potentiel étant proportionnelle à la valeur de la résistance de la prise de terre et au courant qui la traverse. Si donc la valeur de la résistance de terre est très faible, il n'y a momentanément aucun risque. Mais si le réseau à haute tension a son neutre isolé et que le courant de capacité soit trop faible pour provoquer le déclenchement de la ligne (condition très souvent réalisée), un courant permanent parcourt la prise de terre. La capacité de débit des prises de terre que l'on réalise normalement sur les réseaux étant très faible il y a échauffement et dessication du sol. La résistance de la prise de terre va donc en augmentant entraînant l'élévation de potentiel du réseau. Plusieurs accidents dûs à ce phénomène nous ont été signalés. La sécurité obtenue par la mise à la terre du neutre en un seul point est donc illusoire d'autant plus qu'un réseau de distribution comporte des coupe-circuits qui peuvent fonctionner et isoler la fraction du réseau sur laquelle s'est produit le contact avec la haute tension.

On peut améliorer la protection obtenue en réalisant la mise à la terre du neutre non seulement au poste de transformation mais en un grand nombre de points sur les lignes. Même si les diverses prises de terre ont des résistances assez élevées, comme elles sont en parallèle la résistance équivalente est faible et la capacité de débit de l'ensemble est plus considérable. Le fil neutre ne doit évidemment comporter aucun fusible. La protection ainsi obtenue est bien meilleure, mais elle n'est cependant pas parfaite.

Pour obtenir la sécurité complète, il faut assurer non seulement la stabilité du potentiel du réseau à basse tension comme précédemment, mais aussi l'élimination rapide du défaut. Pour cela il faut recourir simultanément à la mise à la terre du neutre du réseau à haute tension de façon à provoquer un court-circuit entraînant la mise hors circuit de la ligne sur laquelle s'est produit le contact avec le réseau à basse tension.

En ce qui concerne la foudre, la mise à la terre du neutre basse tension constitue un élément de protection important certes, mais très insuffisant.

Il convient, comme pour la protection contre les contacts avec la haute tension, de la réaliser en un grand nombre de points disséminés sur toute l'étendue du réseau. Ainsi, lorsque la foudre frappe un point quelconque du réseau, elle trouve toujours dans le voisinage immédiat des points d'écoulement au sol. Les dégâts sont donc circonscrits. Malheureusement ceci n'est vrai que pour le fil neutre lui-même et à condition que les prises de terre soient suffisamment nombreuses (tous les 200 mètres et même plus souvent). La protection qui en résulte pour les fils de phase est tout à fait négligeable.

En résumé, la mise à la terre du neutre en de nombreux points constitue toujours, dans les régions foudroyées, une mesure très recommandable, quoique partielle.

5° *Protection des transformateurs.* — Lorsque la protection des réseaux à haute tension est assurée de manière complète (1) les risques de répercussion sur les réseaux à basse tension sont évidemment moindres. Les transformateurs étant moins souvent détériorés, les contacts entre les enroulements à haute et basse tension sont moins à craindre.

6° *Mise à la terre des ferrures d'isolateurs.* — Cette mesure ne présente aucun intérêt car la tension de contournement d'un isolateur est très élevée. Les probabilités d'amorçage dans les installations intérieures demeurent très grandes. Il vaut infiniment mieux employer des parafoudres dont la tension d'amorçage est beaucoup plus faible, car la majeure partie du coût de l'installation est représentée par la prise de terre qui est commune aux deux cas.

(1) La protection des réseaux à haute tension sort du cadre de cet article. Mais nous l'examinerons dans une prochaine étude. Le lecteur pourra se reporter aux travaux traitant de cette question, et, en particulier, aux études suivantes : C. LEDOUX, *Ondes mobiles, Loc. cit.*

La protection des petits postes de transformation contre les surtensions.

Les inductances de protection contre les surtensions et les appareils qui en dérivent.

Les condensateurs de protection contre les surtensions.

L'état actuel de la protection des réseaux contre les sustentions.

qui constituent des brochures reproduisant des conférences faites par l'auteur au cours de ces dernières années.

7° *Mise à la terre des panneaux de compteur.* — On peut placer le compteur sur un tableau métallique relié à la terre de manière que la décharge se produise directement entre le compteur et la masse. Cette disposition est à déconseiller parce qu'il est illogique de transformer un compteur en parafoudre alors qu'il existe des protecteurs très sensibles et très économiques comme nous le verrons plus loin, et parce que les risques d'électrocution à la tension normale de service sont augmentés. Il est préférable d'employer un tableau isolé.

8° *Emploi de parafoudres.* — Les parafoudres constituent toujours l'élément principal de la protection d'un réseau à basse tension contre la foudre.

Quel que soit leur type, ou à peu près, ils sont toujours aptes à écouler la foudre au sol lorsqu'ils sont convenablement installés. En effet un parafoudre à basse tension peut se résumer à un intervalle explosif très faible (quelques millimètres au plus) pour lequel le retard à l'amorçage n'est pas fixe, mais diminue très rapidement lorsque la tension appliquée augmente. Un parafoudre s'amorce donc toujours, quelle que soit la raideur d'un front d'onde du moment que l'amplitude est suffisante. Il en résulte simplement que si la tension d'amorçage d'un parafoudre est, par exemple, de 2.000 volts à 50 p.p.s. elle est deux ou trois fois plus élevée, c'est-à-dire de 4.000 à 6.000 volts pour une onde à front très raide engendrée par la foudre. La tension résiduelle qui peut subsister sur la ligne est toujours beaucoup plus faible et de durée beaucoup plus courte que dans le cas de contournement d'un isolateur. L'onde résiduelle s'atténue très rapidement en se déchargeant à nouveau sur d'autres parafoudres et en s'amortissant et s'étalant au fur et à mesure qu'elle se propage sur les lignes. Il convient donc d'utiliser des parafoudres de plus en plus sensibles au fur et à mesure qu'on se rapproche des installations d'abonnés. C'est ce qui est réalisé, pour la première fois, dans la méthode de protection que nous avons imaginée en collaboration avec MM. P. Juppont et C. Dauzère et que nous décrivons plus loin.

L'impédance d'onde du circuit de décharge par rapport à l'impédance d'onde de la ligne, ainsi que sa longueur influent beaucoup sur l'importance de l'onde résiduelle. Il importe donc de constituer les circuits de décharge des parafoudres (dérivation et circuit de terre) par un conducteur d'impédance d'onde plus faible que la ligne, c'est-à-dire de section plus forte. Cette condition est d'autant plus impérieuse que l'on emploie couramment le même circuit de décharge pour l'ensemble des parafoudres dérivés sur les divers fils constituant la ligne et que celle-ci est généralement intéressée dans son ensemble par un coup de foudre. Il est donc indispensable d'employer soit un conducteur de forte section (par exemple un feuillard de cuivre de 30 × 1 mm.) soit plusieurs conducteurs en parallèle réunis sur la même prise de terre.

Les parafoudres à basse tension, même les mieux construits, ne sont évidemment pas capables d'écouler au sol un coup de foudre direct sans être détériorés. Cela ne constitue pas un inconvénient réel parce que les parafoudres jouent quand même leur rôle de protection du moment que le circuit de décharge n'est pas interrompu. Le cas se présente d'ailleurs bien rarement.

9° *Emploi des parasurtensions.* — Les parasurtensions ne doivent pas être employés en remplacement des parafoudres malgré qu'ils soient susceptibles d'assurer une protection au moins équivalente car leur fonctionnement entraîne la mise hors service des lignes et ils rendent ainsi l'exploitation impossible. On ne peut les utiliser sur les fils de phase que dans certaines conditions particulières (installations intérieures) ainsi que nous le verrons plus loin.

On ne doit les utiliser pour la mise à la terre du neutre que dans les distributions souterraines et les distributions aériennes très peu exposées à recevoir la foudre, lorsque la tension par rapport au sol est supérieure à 150 volts. Dans tous les autres cas, on doit adopter la mise à la terre du fil neutre en plusieurs points.

10° *Emploi d'inductances.* — Les inductances ne constituent pas à elles seules un moyen de protection très efficace, mais il n'en reste pas moins vrai qu'elles peuvent rendre de réels services dans certains cas, notamment dans la protection des branchements particuliers.

(A suivre).

NOTES ET ACTUALITÉS

Chimie physique

Sulfure de zinc phosphorescent préparé par explosion. — Alors que la photoluminescence de plusieurs corps naturels, tels que la fluorine et le diamant, semble avoir été remarquée de toute antiquité, et que certaines préparations secrètes, probablement à base de sulfure de calcium, furent indiquées au Moyen-Age, le sulfure de zinc phosphorescent n'a été découvert qu'à une époque relativement récente.

En 1866, Sidot, au cours d'expériences sur la cristallisation artificielle du sulfure de zinc, ayant chauffé diverses variétés de ce corps dans des tubes en porcelaine traversés par des courants de divers gaz, obtint, dans les parties les moins chaudes du tube, de petits cristaux de sulfure de zinc en forme de prismes à 12 faces, surmontés de pyramides hexagonales, dont quelques-uns présentaient la propriété de luire dans l'obscurité après avoir été insolés. Mais les conditions dans lesquelles se formait le sulfure de zinc phosphorescent, appelé souvent blende de Sidot, n'avaient pas été nettement précisées et sa préparation fut pendant longtemps très difficile à réussir.

A partir de 1904, à la suite de nombreuses recherches relatives à la phosphorescence, on établit que toute phosphorescence ne se produisait que par l'action d'une impureté présente en proportions très faibles et appelée phosphorogène. On fut ainsi amené à indiquer l'existence de divers phosphorogènes pour le sulfure de zinc, mais leur nature et leur nombre furent l'objet de nombreuses discussions.

A la suite de recherches importantes, A. A. Guntz a montré il y a quelques années qu'il existe seulement deux phosphorogènes, le cuivre qui donne la phosphorescence verte et le manganèse qui donne la phosphorescence orangée, l'association du cuivre et du manganèse donnant une phosphorescence jaune. En même temps, il a interprété de nombreuses contradictions contenues dans les travaux de ses devanciers. D'après lui, les divers autres métaux signalés comme phosphorogènes n'agissent que par le cuivre qu'ils contiennent à l'état d'impureté. Comme le phosphorogène cuivre est soumis à la loi de l'optimum, c'est-à-dire que sa concentration ne doit pas être supérieure à une certaine valeur, d'ailleurs assez faible, un même métal peut avoir une action utile ou nuisible selon que le cuivre contenu à l'état d'impureté est en quantité plus ou moins grande. Quant au sulfure de zinc soi-disant pur signalé par certains auteurs comme phosphorescent, il doit, d'après A.-A. Guntz, contenir toujours une certaine proportion de cuivre, métal très répandu et dont les traces sont difficilement éliminables.

Récemment, M. Coustal (*Journal de Chimie Physique*, 25 mai 1931), reprenant la question, a eu l'idée pour préparer du sulfure de zinc pur, de faire réagir directement l'un sur l'autre du soufre et du zinc purs. Le mélange en proportions atomiques de poudre de zinc et de fleur de soufre fournit une réaction très violente et complète lorsqu'on l'amorce en un point par une flamme. Le mélange soufre-zinc en poudre très fine, constitue même un violent explosif qui peut détoner au choc. La réaction ne se produit bien qu'avec du zinc en poudre absolument impalpable dont les grains ne doivent pas dépasser quelques microns ; pour le soufre, il n'est pas nécessaire d'employer une poudre extrêmement fine.

M. Coustal a constaté que le sulfure de zinc ainsi préparé par explosion à partir du zinc spectrographiquement pur possède une phosphorescence très voisine de celle présentée par le sulfure préparé par les anciennes méthodes et activées par le cuivre :

« Il apparaît donc comme bien établi, indique l'auteur, que le sulfure de zinc peut être phosphorescent, dans certaines conditions, en l'absence de substances phosphorogènes étrangères au zinc et au soufre eux-mêmes ou à une de leurs combinaisons éventuellement possibles.

« On pourrait sans doute prétendre que le phosphorogène existe cependant à des doses de l'ordre de 10^{-7}, trop faibles pour être décelées par l'analyse spectrale ; mais une telle interprétation échappe complètement à l'expérience et perd tout intérêt si l'on remarque que, à des concentrations aussi faibles, il doit exister dans n'importe quelle substance un nombre considérable d'impuretés, de telle sorte qu'il n'y a plus aucune raison pour attribuer la phosphorescence au Cu et au Mn plutôt qu'à tout autre corps.

« Il est d'ailleurs à remarquer que les qualités phosphorescentes de mon sulfure se sont progressivement améliorées au fur et à mesure que la purification s'avançait.

« Enfin l'adjonction délibérée de traces de Cu très inférieures à l'optimum classique, altère la phosphorescence du sulfure pur préparé par explosion. »

Les résultats qui précèdent sont importants pour la théorie. Ils semblent mettre sérieusement en doute la notion de phosphorogène et celle de l'optimum de concentration de ce dernier qui étaient, à l'heure actuelle, généralement admises dans la théorie de la phosphorescence.

A. Bc.

Chimie

Nouveau procédé de préparation de l'hydrogène. — On a préconisé, il y a quelques années, de préparer l'hydrogène par l'action de la soude sur du ferro-silicium. La soude agit principalement sur le silicium suivant la réaction :

$$Si + 2NaOH + H^2O = SiO^3\,Na^2 + 2\,H^2 + 170 \text{ cal.}$$

La réalisation pratique de l'opération a soulevé quelques difficultés. Dans les premiers dispositifs, on opérait sous la pression atmosphérique, ce qui entraînait certains inconvénients. En effet, étant donné le faible écart entre le point d'ébullition du bain (environ 110°) et la température d'attaque du ferro-silicium par la soude (90°), il était impossible d'éviter que le liquide n'entre en ébullition ; l'hydrogène produit entraînait donc hors du générateur une grande proportion de vapeur d'eau. Il fallait, d'une part, remplacer au fur et à mesure l'eau éliminée afin de maintenir la concentration de la solution sodique à une valeur convenable, et, d'autre part, débarrasser l'hydrogène des torrents de vapeur d'eau qu'il entraînait, ce qui nécessitait d'importantes installations de condensation. Dans ces conditions, en raison des variations de la température et de la concentration de la solution, l'opération était irrégulière et difficile à conduire.

Pour éviter ces inconvénients, la *Société Oxhydrique Française* a eu l'idée de réaliser l'opération dans un autoclave, sous une pression voisine de 15 atmosphères (procédé II, I. C.). Sous cette pression, le point d'ébullition du bain, de l'ordre de 220°, est très éloigné de la température d'attaque du ferro-silicium par la soude. On peut maintenir le bain à une température très favorable au développement de la réaction sans risquer que le bain entre en ébullition. Il n'y a pas de dégagement abondant de vapeur d'eau et, par suite, il devient inutile d'introduire de l'eau dans le générateur au cours de l'opération, ce qui supprime bien des inconvénients et même des dangers. Les dispositifs de condensation peuvent, de plus, être très simplifiés.

Il y a deux ans, la *Société Oxhydrique Française* présentait à la *Commission Supérieure des Inventions* un générateur d'hydrogène portatif (Voir *Bulletin des Recherches et Inventions*, juin 1930). Récemment elle a mis au point un générateur sur roues de 150 m³/heure dont on trouvera la description dans le *Bulletin des Recherches et Inventions*, septembre 1931. Ce générateur, qui va être mis en service à l'Aéronautique Militaire Française n'est, d'après les inventeurs, « qu'une première réalisation, à échelle modeste, destinée à mettre en évidence la supériorité du procédé sous pression sur l'ancien mode opératoire à la pression atmosphérique. » L'*Oxhydrique Française* étudie la construction d'usines d'hydrogène, fixes et mi-fixes, à grosse production, qui permettront d'aborder le gonflement des aéronefs de grande capacité.

A. B.

Histoire des Sciences

Paul Tannery, historien des Sciences. — De nombreuses notices ont été consacrées à Paul Tannery, tant en France qu'à l'étranger et toutes expriment la même admiration pour le penseur et le savant.

La publication de ses *Œuvres* qui se poursuit, en ce moment sans arrêt nous est une occasion de rappeler que ce grand savant jouit à l'étranger d'une immense notoriété et que récemment un congrès international des Sciences s'est ouvert par un hommage solennel à sa mémoire. Faire une revue, même sommaire de ses travaux serait une étude considérable qui ne peut entrer dans ce cadre restreint. Tous, sans exception, sont importants parce qu'il n'en est aucun qui n'exprime ses vues personelles et originales et où on ne trouve, avec une science profonde et sûre, l'ingéniosité d'un esprit exceptionnellement fécond et d'une extrême étenduc.

Il ne peut être question ici que des parties de son œuvre qui sont en cours de publication. Eparses jusqu'à présent dans des Revues de diverses spécialités et de divers pays, elles sont pour la première fois offertes aux savants dans une publication complète et méthodique.

Sous le titre : *Mémoires Scientifiques* elles se succèdent; la matière en est infiniment variée. Les *cinq premiers* volumes sont consacrés à l'Antiquité Grecque, à l'Antiquité Orientale, et au Moyen-Age. Le t. VI au XVII^e^ siècle, véritable renaissance des Mathématiques. Là se trouve tout ce qu'on sait jusqu'à présent de précis et d'exact sur Galilée Fermat, Descartes, Pascal. Sous les titres : *Philosophie ancienne et Philosophie Moderne* sont réunis dans les volumes VII et VIII de nombreux articles sur l'histoire des Mathématiques et de la Physique; qui, tous, contribuent à élucider les questions les plus obcures de l'histoire de la Philosophie et des Religions.

Le t. IX offre aux Philologues un intérêt spécial et un saisissant exemple de l'inlassable activité de Tannery, de sa curiosité toujours à l'affût, de son ingéniosité critique, de sa prodigieuse faculté de tenir présent sous son regard un champ immense de connaissances acquises ou de portions à défricher.

Les t. X et XI viennent de paraître presque simultanément; par de larges exposés sur l'histoire des Sciences, le premier est plus accessible à tous. Trois articles de la *Revue de Synthèse historique* sur l'état actuel de l'Histoire des Mathématiques, de la Mécanique et de l'Astronomie montreront aux travailleurs les lacunes et les

PAUL TANNERY (1843-1904).

desiderata de cette histoire, ce qu'il faut chercher, dans quelle direction et avec quelle méthode. Mais Tannery ne voulait pas qu'elle ne servît qu'à satisfaire la curiosité de quelques érudits.

La considérant comme une pièce esesntielle de la culture générale, il voulait qu'elle fût propagée, mise à la portée de tous et introduite dans tous les ordres d'enseignement, pour qu'enfin l'Histoire de la civilisation eût une base solide. A cette tâche qui fut sa préoccupation constante, il a consacré de nombreux articles, sans compter ses interventions dans les divers Congrès qu'il présida.

Comme il sentait l'importance de ce nouvel enseignement, il en sentait la difficulté; aussi son rêve eut-il été de former un groupe de disciples capables de continuer son œuvre. Ce rêve fut sur le point de se réaliser. En 1903, les professeurs du Collège de France, à la grande

majorité et les membres de l'Institut à l'unanimité, le désignèrent pour la chaire d'Histoire des Sciences au Collège de France. Il se trouva pourtant un Ministre pour oser nommer, au lieu de lui, un cristallographe qui ignorait tout ce qu'on le chargeait d'enseigner. Ce volume X contient quelques pièces relatives à cette douloureuse histoire dont le monde savant tout entier s'émut et d'indigna. Une protestation s'éleva, véhémente; mais, rédigée d'abord à l'étranger, elle fut repoussée par Tannery — son patriotisme ardent et intransigeant dominait en lui le ressentiment de l'injustice et l'injure.

Le t. XI, qui paraît en ce moment est le premier des *Comptes rendus et analyses.*

Chercheur isolé, sans fonction officielle, accaparé par les devoirs d'une autre profession, Tannery trouva cependant le temps pour épargner aux autres savants les difficultés qui l'avaient quelquefois arrêté. Comment étudier un sujet sans connaître tout des plus récents travaux sur ce sujet ?

Il faut donc que *quelques-uns se dévouent* pour que les autres sachent où trouver ce qu'ils cherchent. Pendant plus de vingt ans, Tannery se dévoua à ce travail d'entr'aide internationale que lui rendait possible sa connaissance des langues, son esprit généreux et sa lucide intelligence. Rendre compte d'un livre, c'était, pour lui, indiquer avec impartialité et bienveillance tout ce qu'il contient de nouveau et d'utile, le redresser et le compléter, le cas échéant, avec discrétion et politesse, aider et guider le lecteur qui aura à l'utiliser. Combien de vues originales et fécondes ont été modestement glissées dans les *comptes rendus*, souvent plus suggestifs que les livres auxquels ils étaient consacrés !

Puisque les initiateurs des organisations scientifiques internationales ont compris que c'est là une de leurs fonctions primordiales, ils trouveront dans les t. XI et XII où sont rassemblés les compte-rendus de Tannery des modèles qui sont appelés à devenir classiques.

La *Correspondance* de Tannery, qui comprendra deux volumes (XIII et XIV) va bientôt paraître par les soins de M. le Chanoine Diès; elle ne pouvait être confiée à de meilleures mains.

Je dois signaler encore que l'Œuvre magistrale de Tannery *Pour l'histoire de la Science Hellène*, qui a renouvelé l'histoire de la philosophie grecque, depuis longtemps épuisée, vient enfin d'être rééditée par M. Diès. Aucun ouvrage sur ces difficiles sujets n'a eu autant de retentissement et d'action. C'était l'œuvre d'un homme qui, chose rare, réunissait, dans une combinaison harmonieuse et étroite les diverses compétences nécessaires pour traiter avec une entière autorité ces problèmes très complexes. Madame Paul Tannery, qui a consacré sa vie à la Mémoire et à l'Œuvre de son mari doit rééditer encore quelques autres volumes épuisés tels que *l'Astronomie ancienne*, *la Géométrie grecque.*

Tannery a laissé de nombreux travaux inédits, des documents, des notes de toutes sortes qui devaient servir ses vastes projets. Deux sont en train de se réaliser. M. l'Abbé Rome professeur à l'Université de Louvain et le R. P. Laurent à Stamboul mettent au point l'édition de Pachymère qui devait suivre Diophante et qui avait été retardée par la publication des Œuvres de Descartes. M. de Waard qui déjà a continué Tannery en donnant le IVe volume de Fermat s'est chargé de publier la *Correspondance de Mersenne.*

L'étendue, la variété, la qualité de l'Œuvre de Paul Tannery, dans une vie si courte, est déjà paradoxale; elle le devient bien plus quand on pense que ce grand helléniste était un élève de l'Ecole Polytechnique, que ce déchiffreur de manuscrits, cet historien des sciences était un ingénieur des Tabacs et qu'il s'acquitta de ses tâches officielles avec autant de zèle et d'habileté que des tâches que lui imposait l'infinie curiosité de son esprit et que chef d'ateliers il eut l'amour et l'admiration de ses ouvriers autant que des savants.

« Il est impossible de ne pas reconnaître qu'on se trouve en présence d'un des hommes les mieux doués qui aient jamais vécu », a écrit le savant historien de l'Astronomie, E. Doublet (1).

Emile Boutroux qui, un des premiers, signala les qualités intellectuelles et morales de Paul Tannery, en connaissait la genèse. Ami et condisciple de Jules Tannery, son frère, il avait été admis dans l'intimité de cette famille. « On ne respirait au foyer paternel, a-t-il écrit, qu'une atmosphère de pureté morale, d'affection, de bonté, de franche gaité et de travail. Sa mère ajoute-t-il, était une femme incomparable; de cette nature d'élite, il se dégageait un charme subtil, irrésistible qui enveloppait tous ceux qui l'approchaient. Elle eut sur ses enfants une influence profonde ».

Son frère, Jules Tannery, nous dit que Paul apprit à lire sans qu'on s'en aperçut, et qu'il apprit le Grec et le Latin sur les genoux de son père. Servi par une merveilleuse mémoire, il eut très vite une lecture immense; doué de qualités exceptionnelles, d'aptitudes mathématiques et en même temps du goût de la méditation philosophique; il n'avait pas 17 ans quand il entra à l'Ecole Polytechnique. Comme il aima toujours, nous dit encore son frère, les tâches qui ne sont pas imposées, dès l'Ecole il se mit à étudier l'hébreu, à traduire la Bible; rien ne le rebutait, il s'assimilait tout, relevait tout, savait tout. » Par goût, il devint philosophe, hélleniste, historien des sciences et dans tous ces domaines, il fut un Maître.

Paul Tannery est une étrange et belle figure, un être d'exception; on ne saurait découvrir dans sa vie aucune faiblesse, aucune faute; elle n'a été, comme son regard, que lumière et loyauté.

A. M.

(1) Doublet, *Histoire de l'Astronomie*, p. 33.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

Quelques tendances dans la construction des navires de guerre. — La conception des navires de guerre les plus récents accuse d'une façon toujours plus caractéristique le souci de serrer du plus près possible le progrès si rapide des sciences appliquées. De tout temps, la construction des unités de combat a retenu l'effort des techniciens les plus illustres et les résultats obtenus, dans ce domaine de la réalisation industrielle, ont le plus souvent, sur certains points du moins, devancé notablement la progression des autres branches.

Dans la période contemporaine, les constructions navales ont trouvé un stimulant d'autant plus efficace dans le progrès d'ensemble de la technique et de la science théorique, que les circonstances économiques et les néces-

sités politiques leur imposaient des contraintes plus rigoureuses. Les conventions internationales pour la limitation des armements ont généralisé une réglementation des tonnages, qui parait devoir commander pour un temps les dimensions maxima qu'il est permis de donner à chaque catégorie de navires. Raison de plus pour tirer de ce tonnage-limite le maximum de puissance offensive, c'est-à-dire que la réglementation de la quantité, a rendu d'autant plus active et ingénieuse la recherche de la qualité. A celle-ci ne s'opposent que les barrières de fait du progrès technique, sans cesse extensibles et essentiellement temporaires. Avec le tonnage-limite de 10.000 tonnes, qui leur était imposé par les traités, tonnage qui semblait ne devoir autoriser que la réalisation d'un croiseur rapide, mais sans protection sérieuse, ou bien alors d'un garde-côtes sans vitesse suffisante, les ingénieurs allemands sont parvenus à construire un *Deutschland*, véritable cuirassé susceptible d'être opposé, à l'égalité de puissance, à des bâtiments de ligne plus anciens, de proportions considérables par rapport aux siennes.

Par ailleurs, les techniciens britanniques se sont efforcés de donner aux *Nelson* et *Rodney* toute la puissance offensive compatible avec un déplacement de 35.000 tonnes.

Des vues particulièrement suggestives ont été présentées sur ce sujet, par M. Charles François, ingénieur général du Génie maritime, au Congrès qui a réuni à Paris, du 29 juin au 4 juillet dernier les deux grandes sociétés savantes et techniques *Institution of Naval Architects* de Londres et *Association technique maritime et aéronautique* de Paris.

Après avoir envisagé l'évolution générale de la technique des constructions navales, l'auteur du Mémoire en question, a considéré plus particulièrement le domaine des appareils moteurs, dans lequel se sont produits les événements les plus caractéristiques.

Le fait saillant est le triomphe des appareils légers, constitués soit par les chaudières à petits tubes, soit par les turbines à vapeur. Réservés d'abord aux petits bâtiments légers, tels que les torpilleurs, ces appareils sont adoptés aujourd'hui par toutes les catégories de navires de guerre, J'ai, à différentes reprises exposé aux lecteurs de la *Revue*, comment et dans quelle mesure cette transformation capitale s'est étendue aux marines marchandes. Elle est dûe elle-même à la transformation des procédés industriels, utilisant les données de la mécanique rotative, grâce à laquelle l'obtention de la légèreté a cessé d'impliquer nécessairement un sacrifice délibéré sur la sécurité et l'endurance. Les appareils actuels permettent de réaliser, en service normal, des puissances motrices très voisines des puissances maxima imposées aux essais de réception, alors qu'auparavant la marche à toute allure constituait une sorte de tour de force, dont la durée ne pouvait être sans risque longuement prolongée.

Et pourtant, en dépit de cette remarquable et si rapide mise au point, le moteur Diesel est-il appelé à concurrencer sérieusement la turbine à vapeur, ou même à la supplanter à plus ou moins brève échéance? Jusqu'à présent, le Diesel n'a été qu'exceptionnellement employé pour la propulsion des navires de guerre de surface, l'exemple le plus notable étant précisément celui qu'offre le *Deutschland*.

La difficulté procède avant tout, on le sait, de la question du poids. La puissance unitaire d'un moteur Diesel ne dépassant pas encore l'ordre de 10.000 CV, la réalisation des puissances élevées que comportent les navires de haut bord, exige le fractionnement de la puissance totale entre un nombre relativement élevé de moteurs distincts. La nécessité de réduire le plus possible le poids de ceux-ci exclut l'utilisation des moteurs à quatre temps. Le moteur à deux temps et double effet paraît devoir convenir le mieux en la circonstance surtout si l'on fait concourir à l'allègement un certain accroissement du nombre de tours, avec interposition d'engrenages réducteurs pour la conduite des propulseurs. Cette solution a été réalisée déjà sur quelques cargos, pour lesquels la question d'endurance est plus encore primordiale. M. Ch. François estime que le poids par cheval effectif de l'appareil moteur du *Deutschland*, qui comprend deux groupes de quatre moteurs, tournant à 450 tours, doit être estimé à 22 ou 23 kgr. Avec un appareil à vapeur de type récent, ce poids pourrait être aisément réduit à 15 kgr. Cette différence appliquée à une puissance de 50.000 CV, assurerait un gain de 350 à 400 tonnes, ce qui peut sembler un argument en faveur de la turbine. Mais reste la question du combustible. Si l'on admet que la consommation par cheval, à pleine puissance, soit de 190 grammes pour le Diesel et de 350 pour la turbine, un approvisionnement total de 1.750 tonnes seulement, avec Diesel, équivaut aux 3.200 tonnes qu'exige la solution à vapeur.

En résumé, dès que la distance franchissable du navire atteint un certain chiffre, le Diesel assure un avantage certain du fait du poids de combustible, en sorte que le poids total propulsif, (soit le poids fixe des appareils plus celui du combustible) se trouve abaissé dans une proportion graduellement croissante avec le rayon d'action. On peut ajouter à cela que la réduction de l'exposant de charge qui en est la conséquence, permet la réduction, à protection égale, de la hauteur du cuirassement vertical. Reste à présent à faire la part, pour l'avenir, du progrès admissible des appareils à vapeur marins, qui rapprocherait leur consommation de celles que réalisent dès aujourd'hui les installations à terre, avec 250 grammes par cheval par exemple. Mais, dans la concurrence au progrès, le Diesel lui-même est encore riche de promesses.

Une conséquence curieuse de la condensation extrême de volume, réalisée par les appareils actuels et, pareillement, de l'emploi des combustibles liquides qui peuvent être logés dans la tranche de protection extérieure, est le décongestionnement relatif des fonds, c'est-à-dire de la partie des navires située en dessous des ponts cuirassés, dont l'encombrement était, il y a peu de temps encore, l'une des difficultés caractéristiques d'un projet. En revanche, un autre encombrement parait devoir affecter de plus en plus gravement aujourd'hui la région des hauts, en raison principalement du développement de l'artillerie (aussi bien principale qu'anti-aérienne), avec l'extension des installations de conduite de tir, et des installations d'aviation, catapultes et appareils de manœuvre.

De l'examen des tendances actuelles, il résulte que la limitation *du nombre des tonnes construites* se trouve largement battue en brèche, du point de vue budgétaire, par l'élévation progressive du *prix de revient à la tonne, résultant de cette concurrence à la qualité, caractéristique* de l'époque,

LOUIS BASSO.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 octobre 1931.

THÉORIE DES NOMBRES. — *L. Pomey* (prés. par M. d'Ocagne). — **Nouvelles remarques relatives au dernier théorème de Fermat.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *E. O. Lovett* (transm. par M. Hadamard). — **Sur un problème de M. Gambier dans la déformation des surfaces.**

ÉLASTICITÉ. — *B. Galerkin* (prés. par M. Mesnager). — **Sur l'équilibre élastique d'une plaque rectangulaire épaisse.**

BALISTIQUE. — *Kourensky* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur l'équation fondamentale de la balistique extérieure.**

ÉLECTRICITÉ. — *A. Blondel.* — **Comparaison entre une ligne à constantes réparties et un circuit en T.**

ASTRONOMIE. — *J. Ph. Lagrula* (transm. par M. Ernest Eselangon). — **Sur les inconvénients de l'emploi de quatre étoiles dans le rattachement local de deux clic és à grand champ, même fortement décentrés.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *C. Le Camus* et *F. de Saint-Just* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Observations magnétiques et électriques au Sahara.**

Les travaux effectués au Sahara de décembre 1930, à janvier 1931, consistent en l'observation des trois éléments du champ magnétique terrestre : déclinaison, composante horizontale, en trois points différents : Gao, Tanesrouft et Camp Louis Marin (Hoggar), les deux premiers situés dans une région où de telles mesures n'avaient jamais été faites jusqu'ici.

OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES. — *Th. V. Ionescu* (prés. par M. A. Cotton). — **Les gaz ionisés et le fonctionnement des lampes à grille positive.**

Dans une Note précédente (*C. R.* 192, 1931, p. 928) l'auteur a montré qu'on peut calculer la vitesse de propagation des ondes électriques dans des tubes à gaz ionisé en admettant pour ces gaz une période propre de vibrations. Dans cette nouvelle Note il montre que si l'on tient compte de ces vibrations, on peut expliquer le fonctionnement des lampes à grille positive et qu'on obtient la formule de Barkhausen.

— *F. Esclangon* (prés. par M. A. Cotton). — **Méthode de mesure d'un champ magnétique alternatif de haute fréquence.**

L'auteur démontre expérimentalement qu'un thermomètre à mercure peut servir à des mesures absolues de champ et qu'en outre, on peut vérifier à quelques centièmes près que la vitesse d'échauffement est bien proportionnelle au carré du champ et à la racine carrée de la fréquence.

RAYONS X. — *B. Demetrovic.* — (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur quelques expériences concernant la réflexion des rayons X.**

Les expériences effectuées ont montré que les Rayons X sont très fortement réfléchis même par des surfaces qui constitueraient un miroir très mauvais pour la lumière visible. En calculant d'après la largeur des raies l'angle sous lequel les rayons sont fortement réfléchis, on trouve que cet angle est au plus de deux degrés, ce qui est en accord avec les valeurs calculées par Zentzsch.

SPECTROSCOPIE. — *F. Vlès* et *A. Simchen* (transm. par M. G. Urbain). — **Remarques sur le spectre du permanganate.**

Les valeurs données par les différents auteurs qui depuis un demi-siècle ont étudié l'absorption du MnO^4K en solution aqueuse, aussi bien dans le visible que dans l'ultra-violet ou l'infrarouge, ne présentent pas l'accord que devrait justifier la structure si nette de ce spectre à bandes étroites. MM. Vlès et Simchen font une révision des propriétés optiques de ce sel.

— *J. Gilles* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le spectre du troisième ordre de l'oxygène: quintuples et triplets de O III.**

Les résultats sont exposés dans des Tableaux.

CHIMIE PHYSIQUE. — *E. Herzog* et *G. Chaudron* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Protection, par polarisation cathodique, du fer plongé dans les solutions salines aérées.**

Les auteurs ont montré précédemment que l'on pouvait protéger les duralumins et le fer contre l'action des solutions salines aérées en ajoutant à la liqueur d'attaque une petite quantité de certains sels : ils précisent aujourd'hui le mécanisme de ce phénomène dans le cas du fer. Ils ont utilisé pour leurs expériences une pile Evans à différence de concentration en oxygène avec électrode en fer; ils ont observé que de nombreux dépôts peuvent gêner ou empêcher la formation de la pile. Le fer protégé garde son potentiel actif.

— *G. Arditti* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'oxydation de l'huile de paraffine.**

L'auteur a poursuivi ses recherches antérieures en étudiant, à la température de 130°, l'action de différents catalyseurs et par barbotage d'oxygène pur. Dans une première série d'expériences, les catalyseurs furent Cu, Fe, Al et S. Le cuivre a favorisé la réaction et le soufre l'a retardée.

Dans une deuxième série les catalyseurs furent Pb, Ni, Zn et Pt. Le nickel favorise la réaction, le zinc et le plomb ont une action rapidement limitée.

— *N. Demassieux* et *V. Henri* (prés. par M. Urbain). — **Spectre d'absorption ultraviolet de l'acide chlorhydrique pur et du brome.**

Il semble se former entre le brome et l'acide chlorhydrique un composé qui possède une absorption dans l'ultraviolet lointain beaucoup plus forte que celle du brome pur.

— *A. Boutaric* et *R. Amiot* prés. par M. C. Matignon). — **Recherches expérimentales sur l'adhérence aux métaux des couches lubrifiantes.**

CHIMIE MINÉRALE. — *Picon* et *Cogné* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Etude de quelques sulfures de terres rares.**

— *J. Bancelin* (prés. par M. G. Urbain). — **Carbonates de chromiamines.**

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Paul* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur quelques dérivés pentényliques.**

L. Franchet.

BIOCHIMIE. — *W. Verradsky* et *A. Vinogradoff.* — **Sur la composition chimique des *Lemna* comme caractéristique des espèces.**

Dans ce travail, de plusieurs années, les auteurs ont étudié la composition chimique quantitative atomique de 4 espèces de *Lemna;* une même espèce, récoltée dans des localités très différentes, conserve une composition déterminée caractéristique, variant dans des limites très étroites. 11 éléments ont été dosés, 7 autres éléments ont été caractérisés.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Maige* (prés. par M. Molliard). — **Remarques au sujet du mécanisme physicochimique de la condensation amylogène.**

Le processus de formation du grain d'amidon dans un plaste consiste dans la diffusion, vers l'intérieur d'une vacuole, de sucres et d'un catalysateur amylogène. La condensation est lente ou rapide suivant les proportions relatives du sucre et de catalyseur. Le seuil de condensation dépend de la valeur de la concentration du sucre dans la cellule.

CYTOLOGIE. — *O. Duboscq* et *P. Grassé* (prés. par M. Caullery). — **L'appareil parabasal et les constituants cytoplasmiques des zooflagellés.**

Le cytoplasure renferme, chez les zooflagellés, des mitochondries, des vacuoles et un appareil parabasal. La structure et les réactions de celui-ci sont identiques à celles des dictyosomes des cellules sexuelles des trétazoaires. Il se multiplie par division binaire; il se comporte comme une glande interne. Il y a homologie entre l'idiosome et le parabasal et ce dernier doit être considéré comme l'appareil de Golgi. Les constituants cytoplasmiques d'un Flagellé concordent donc avec ceux des Métazoaires.

PHYSIOLOGIE. — *F. Marceau* et *L. Acolat* (prés. par M. Bouvier). — **Considérations générales sur la circulation des sangs artériel et veineux dans les cœurs à trois cavités des Vertébrés et mesure du degré de leur mélange.**

Chez les vertébrés dont le cœur possède un ventricule pour deux oreillettes, il se fait, dans le premier, un mélange de sang artériel et de sang veineux en proportions déterminées par les dispositions anatomiques. Les auteurs, pour déterminer en quelles proportions se fait ce mélange, créent une double circulation avec du liquide de Ringer-Locke. L'un des deux liquides est coloré par le bleu de méthylène, ou additionné de ferrocyanure de sodium; on dose colorimétriquement ou par précipitation le liquide des divers vaisseaux.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L. Lutz* (prés. par M. Mangin). — **Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons hyménomycètes. Comparaison du pouvoir antioxygène du tanin et des constituants phénoliques des essences.**

En présence du tanin, l'oxydation des phénols est retardée. Ce fait permet de considérer que le rôle antioxygène du tanin constitue sa principale caractéristique biologique.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *J. Magrou*, *M*me *M. Magrou* et *P. Reiss* (prés. par M. Mesnil). — **Actions à distance sur le développement de l'œuf d'Oursin. Essai d'interprétation.**

Des réactions d'oxydation, des suspensions microbiennes, exercent, à distance, sur le développement de l'œuf d'Oursin, une action, qui s'exerce à travers une lame de quartz, et qu'une lame de verre arrête. En interposant divers systèmes d'écrans, on est amené à interpréter les résultats comme étant dûs à un écart des potentiels sur les deux faces d'une lame isolante. Diverses expériences réalisant, par d'autres moyens, des différences de potentiel, viennent appuyer cette hypothèse.

PARASITOLOGIE. — *E. Brumpt* (prés. par M. Mesnil). — *Cercaria ocellata*, **déterminant la dermatite des nageurs, provient d'une bilharzie des canards.**

Les vers adultes vivent dans les vaisseaux superficiels de la muqueuse, s'y accouplent et y pondent. Ce ver a été identifié à *Trichobilharzia ocellata*.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *G. Bourguignon* (prés. par M. d'Arsonval). — **Interprétation des variations de la chronaxie musculaire par répercussion, avec et sans troubles fonctionnels.**

Les répercussions d'origine centrale porteraient à la fois sur les prolongements protoplasmiques, très sensibles, des cellules motrices de la corne antérieure de la moelle et sur les muscles et terminaisons intramusculaires des nerfs moteurs, tandis que les répercussions d'origine réflexe ne porteraient que dans l'intérieur des muscles.

M. Mascré.

Séance du 19 octobre 1391

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *F. Tricomi.* — **Sur une opération différentielle de l'électrotechnique.**

— *G. Cerf* (prés. par M. Goursat). — **Sur une généralisation du problème de Monge.**

— *M. Ghermanesco* (prés. par M. Goursat). — **Sur les solutions fondamentales de l'équation *n*-métaharmonique.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *F. Vasilesco* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la méthode du balayage et le potentiel conducteur d'un ensemble.**

GÉOMÉTRIE. — *E. Pirite* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur les développables de normales à une variété à *n* dimensions dans l'espace hilbertien.**

— *O. Boruvka* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur les hypercirconférences et certaines surfaces paraboliques dans l'espace euclidien à quatre dimensions.**

MÉCANIQUE QUANTIQUE. — *Al. Proca* (prés. par M. E. Cartan). — **Intégrales premières de l'équation de Dirac.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *D. Riabouchinsky.* — **Sur les différentes formes de recouvrement pouvant être reproduites par le procédé des filets colorés entre deux surfaces parallèles ou non, suffisamment rapprochées.**

ASTRONOMIE. — *G. Blum* (prés. par M. E. Esclangon). — **Mesures de l'énergie photochimique de la Lune obtenues pendant l'éclipse totale du 26 septembre 1931.**

Cinq poses ont été faites pendant la totalité de l'éclipse. La comparaison des plages fournies par les images lunaires a donné les résultats suivants :

1° L'opacité de l'image en croissant obtenue lors de la quatrième pose est sensiblement la même que celle de la même région lunaire obtenue après l'éclipse à la première pose;

2° Lors de la cinquième pose, l'opacité est, pareillement, semblable à celle de la même région lunaire obtenue après l'éclipse à la troisième pose.

La rapport des énergies photochimiques émises pendant et après l'éclipse est égale dans le permier cas à 3o548 et, dans le second cas, 3o377.

ÉLECTRONIQUE. — *J. J. Trillat* et *Th. v. Hirsch* (prés. par M. A. Cotton). — **Diffraction des électrons par des cristaux uniques.**

Les auteurs ont étudié les phénomènes qui se produisent lorsqu'un pinceau d'électrons monocinétiques traverse une feuille d'or battu. Ils ont pu mettre en évidence, pour la première fois, par des diagrammes ainsi que sur l'écran, une diffraction d'électrons par des cristaux uniques métalliques en opérant par transmission.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *R. de Mallemann* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la polarisation moléculaire.**

OPTIQUE. — *P. Vaillant* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la constitution des solutions tirée des mesures d'absorption.**

L'auteur prend, comme base de ses recherches la propriété suivante : si x et y sont les coefficients d'extinction relatifs à deux λ déterminés, la courbe $y = f(x)$ qui relie les points figuratifs d'une séric de solutions contenant un mélange à titre variable de deux mêmes éléments absorbants est une droite.

SPECTROSCOPIE. — *R. Freymann* (prés. par M. A. Cotton). — **Etude de quelques spectres d'absorption de liquide dans le proche infrarouge au moyen d'une cellule photorésistante.**

Parmi les liquides étudiés se trouvent douze alcools acycliques primaires, saturés normaux (du méthylique ou tétradécylique) qui, dans la région spectrale étudiée, présentent trois bandes voisines de 0,9,09631 et 1 μ.

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *L. Dubar* (prés. par M. P. Janet). — **Sur la sensibilité des cellules photoélectriques à l'oxyde cuivreux du type à grille de cuivre. Comparaison avec l'absorption optique et la photoconductivité du Cu^2O.**

Les résultats sont exposés au moyen d'un diagramme.

ÉLECTROCHIMIE. — *N. Thon* et *J. Pinilla* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les potentiels de dépôt du cuivre dans les solutions complexes d'halogénures cuivreux.**

Les auteurs ont étudié le dépôt du cuivre dans les solutions d'halogénures et de sulfocyanures cuivreux, tous solubles dans un excès du sel alcalin et de l'hydracide correspondants. Dans toutes les solutions employées (chlorures, bromures, iodures, sulfocyanures) le métal se déposait sans dégagement visible d'hydrogène. Les mesures de potentiel, effectuées par rapport à l'électrode saturée de calomel, sont indiquées dans diagramme.

CHIMIE PHYSIQUE. — *W. Swietoslawski* et *L. Wajcenblit* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur l'hétéroazéotrope ternaire constitué par le sulfure de carbone, l'acétone et l'eau.**

CRISTALLOGRAPHIE. — *J. Wyart.* — **Sur les réseaux cristallins de la thomsonite et de la ménotype.**

L'auteur a déterminé, dans ces deux minéraux, par la méthode du cristal tournant en utilisant le rayonnement Ka du cuivre, les dimensions de leur maille élémentaire et leur groupe de symétrie. Des analogies remarquables sont apparues qui suggèrent une grande similitude dans le mode d'arrangement des atomes entrant dans la composition desdits minéraux.

L. Francuet.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *E. Mathias.* — **Sur l'utilité de longues périodes d'observation de la pluie en un lieu donné.**

On possède, pour la région d'Ambert la série complète des observations pluviométriques de 1872 à 1930 et, pour le sommet du Puy-de-Dôme, la même série depuis 1877. L'étude systématique de ces deux séries d'observations fait ressortir très nettement l'influence du déboisement et du reboisement sur la pluviosité; celle-ci diminue par le déboisement.

GÉOLOGIE. — *V. Babet* (prés. par M. Jacob). — **Sur la géologie des bassins du Haut-Niari, de la Bouenza et du Haut Ogooué (Afrique équatoriale française).**

Le plateau de Mouyonzi est schisto-calcaire; dans les régions sableuses du pays bakélé apparaissent les grès du N'Douo et du Djoucké, qu'on peut rapporter au Loubilache. Le massif de la Louessé et du haut Ogooué est formé de gneiss, granites, granodiorites.

PALÉONTOLOGIE. — *H. Douvillé.* — **Quelques cas d'évolution.**

On constate, parfois, chez les fossiles, des modifications brusques entraînant l'apparition de caractères nouveaux qui se perpétuent par hérédité. Il en est ainsi de l'apparition des *Diceras*, résultant de la fixation directe d'un *Pterocardium*, de l'apparition des *Chama* à partir des *Corbis;* de la naissance du rameau des Spondyles à partir des *Pecten*. Dans tous ces cas, des modifications apparaissent à la suite de changements brusques dans la manière de vivre d'un animal.

CYTOLOGIE GÉNÉRALE. — *E. Chatton, A. Lwoff* et *Mme M. Lwoff* (prés. par M. Mesnil). — **L'origine infraciliaire et la genèse des trichocystes et des trichites chez les Ciliés *Fœttingeriidæ*.**

Les trichites et les trichocystes sont formés à partir de trichocystosomes qui proviennent eux-mêmes, du dédoublement des granules infraciliaires, des blépharoblastes. trichites, trichocystes et cnidocystes sont tous des dérivés de la cinétide, ce qui explique qu'ils puissent exister chez les mêmes espèces et même y cœxister. On peut prévoir l'existence de formes où le trochocystome constitue un système indépendant, doué de continuité génétique.

PHYSIOLOGIE. — *L. Cuénot.* — **La fonction athrocytaire chez les Hirudinées.**

Les athrocytes à indigosulfonate étaient inconnues, jusqu'ici, chez les Hirudinées. Ils existent dans le réseau vasofibreux où ils sont représentés par les cellules de revêtement du réseau, chez les Arhyncobdelides. Chez les Rhincobdellides, ces athrocytes existent éparses dans les tissus. Les athrocytes à indigo des Hirudinées correspondent physiologiquement aux cellules péritonéales (chloragogues) des Oligochètes.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Ch. Dhéré* et *J. Roche* (prés. par M. Lapicque). — **Sur la fluorescence et spécialement les spectres de fluorescence des pigments du groupe de l'urobiline.**

Description des spectres de fluorescence de la mésobilivioline, du mésobilirubinogène et de l'urobiline.

IMMUNOLOGIE. — *H. Vincent.* — **Nouvelles recherches sur les cryptotoxines. Le phénomène de sursaturation des toxines par l'ion salicylique.**

La toxine tétanique, au contact de l'orthosalicylate de sodium, perd ses propriétés toxiques et conserve son pouvoir immunigène. Les propriétés pathogènes ne disparaissent que progressivement et leur disparition n'est complète qu'après plusieurs jours de contact. La toxine fixe une quatité d'acide salicylique supérieure à la dose inhibitrice; il y a sursaturation de la toxine pour l'anticorps chimique.

PARASITOLOGIE. — *A. Paillot* (prés. par M. Marchal). — **Parasitisme bactérien et symbiose chez *Aphis atriplicis* L.**

Chez les Pucerons parasités, les bactéries se multiplient dans le sang et pénétrent dans certaines cellules de l'organisme. La réaction de celui-ci se manifeste par l'existence de bactéries en voie de lyse. D'autre part, apparaissent des bacilles géants qui se transforment en symbiotes présentant la forme de levures; ceux-ci existent surtout à

l'intérieur de cellules parasitées et au niveau des mycétocytes. Ces faits sont en faveur de l'assimilation des phénomènes de symbiose aux processus d'immunité antimicrobienne.

M. MASCRÉ.

Séance du 26 octobre 1931

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Julia.* — **Sur l'allure des séries d'itérées au voisinage des frontières de convergence.**

— *M. Gevrey.* — **Détermination des intégrales des systèmes d'équations linéaires aux dérivées partielles du type elliptique.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Denjoy* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la définition riemannienne de l'intégrale de Lebesgue.**

GÉOMÉTRIE. — *P. Vincensini.* — **Congruences isotropes et surfaces minima.**

MÉCANIQUE. — *J. Le Roux.* — **Sur les conditions d'application du principe de relativité.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *H. Quillery* (transm. par M. A. Blondel). — **Procédé permettant d'assurer la correspondance des débits d'air et d'essence dans les carburateurs.**

— *Th. Got* prés. par M. E. Jougnet). — **Sur le calcul des vitesses critiques des arbres tournants de section constante et de masse non négligeable portant des disques minces parfaitement centrés.**

HYDRODYNAMIQUE. — *J. Rossignol.* — **Problème touchant des tourbillons cylindriques de section finie.**

ASTRONOMIE. — *D. Barbier* (prés. par M. E. Esclangon). — **Remarques sur les parallaxes dynamiques des étoiles doubles.**

— *J. Dufay* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Le spectre de la Lune éclipsée.**

— *R. Gindre* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Etude photométrique de l'éclipse de Lune du 26 septembre 1931.**

— *A. Danjon* (prés. par M. E. Esclangon). — **Etude photométrique et colorimétrique de l'éclipse totale de Lune du 26 septembre 1931.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *J. Chevrier* (prés. par M. Maurain). — **Recherches sur le champ électrique de l'air en Djesireh.**

De six séries de dix observations comparatives faites les 21 et 22 août, il résulte que la valeur moyenne du gradient par champ calme, passe de 42 à 70 volts, quand on élève l'égaliseur radio-actif de 1 à 2 m. au-dessus du sol.

GÉODÉSIE. — *L. Eblé* et *E. Salles* (prés. par M. Georges Perrier). — **Sur quelques mesures de la gravité dans la région parisienne.**

Les mesures, données dans un tableau, ont été exécutées pendant l'été 1931 au moyen d'un appareil de Sternek. L'observation consiste en la mesure, par la méthode des coïncidences, des temps d'oscillation de quatre pendules rectangulaires en invar, oscillant sous une cloche où l'on établit une pression très réduite de l'ordre du centimètre; le temps est mesuré au moyen d'un chronomètre de temps moyen Nardin, à contacts électriques.

GÉOGRAPHIE. — *Dalloni.* — **Une mission scientifique au Tibesti.**

Le but de la Mission envoyée au Tibesti était d'étudier la constitution géologique et la minéralogie de cette région, de compléter le réseau géodésique et de relever la topographie des parties les moins connues du Massif. La Mission, qui vient de rentrer en France, a poursuivi ses travaux pendant huit mois après avoir atteint tous les objectifs qui lui avaient été assignés.

ÉLECTRICITÉ. — *B. Decaux* et *Ph. Le Corbeiller* (prés. par M. G. Ferrié). — **Sur un système électrique autoentretenu utilisant un tube à néon.**

PIÉZO-ÉLECTRICITÉ. — *E. P. Tarvil* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur l'origine de la troisième fréquence fondamentale des quartz pézo-électriques oscillants.**

OPTIQUE PHYSIQUE. — *G. Bruhat* et *J. Thouvenin* (prés. par M. A. Cotton). — **Réalisation d'une lame quart d'onde pour l'ultra violet à l'aide de quartz oblique.**

Les auteurs démontrent que la rotation produite par une lame de quartz perpendiculaire à l'axe, inclinée sur le faisceau lumineux, varie avec l'inclinaison, et doit être représentée par la formule $\rho = \rho_0 \mathrm{Cos}^2 r$.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *R. de Mallemann* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la dyssimétrie moléculaire.**

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *P. Lambert* et *Ion Agarbiceanu* (prés. par M. A. Cotton). - **Sur le changement magnétique des raies d'absorption du peroxyde d'azote.**

COLLOIDES. — *Ch. Marie* et *N. Marinesco* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la contraction de volume produite par l'hydratation des protéines.**

L'étude de la contraction de volume produite par la solvatation de la gélatine montre que de fortes compressions existent entre le milieu dispersant et les particules du corps dissous. La variation de cette contraction avec le pH permet d'interpréter le gonflement et la viscosité du même colloïde par rapport à son point isoélectrique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L. Guillet, A. Roux* et *J. Cournot.* — **Nouvelles remarques relatives à l'influence des gaz occlus sur les propriétés mécaniques des produits métallurgiques.**

Ces nouvelles expériences permettent aux auteurs d'affirmer qu'il est impossible de certifier que la « dureté du fer électrolytique est totalement indépendante de la teneur en hydrogène ». Ils pensent plutôt que l'hydrure, s'il existe sous cette forme acidulaire bien visible au microscope, se dissocie au-dessous de 250°; au-dessus, il reste de l'hydrogène en solution qui, bien qu'en faible quantité, élève fortement la dureté, effet courant et bien connu en de telles solutions.

— *H. Forestier* et *M. Galand* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Etude du ferrite de glucinium et de l'oxyde ferrique provenant de sa décomposition.**

La conclusion de cette étude est que le mécanisme de formation du sesquioxyde de fer attirable à l'aimant, à partir du ferrite de glucinium, est le même que celui de l'oxyde de Malaguti formé par déshydratation de certains hydrates de fer artificiels et naturels; l'atome de glucinium du ferrite jouant un rôle identique à celui de la molécule d'hydrogène dans l'hydrate $Fe^2O^3.H^2O$.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *P. Mougnaud* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur une note de MM. Carrière et Janssens relative au dosage du fluor.**

L'auteur montre que la méthode de MM. Carrière et Janssens (*C. R.* 193, 1931, p. 490) pour le dosage du fluor par précipitation du fluorure de calcium en milieu ammoniacal, est trop imprécise pour pouvoir être admise.

CHIMIE MINÉRALE. — *P. Villard.* — **Sur la réduction de la soude.**

M. Villard a montré précédemment que l'hydrogène réduit facilement la soude ainsi que le silicate de sodium. Il étudie maintenant l'action sur la soude et la potasse, de quelques métaux ayant un pouvoir réducteur comparable à celui de l'hydrogène. Les métaux essayés sont : manganèse et ferro-manganèse, chrome, fer, cobalt, nickel, zinc, tungstène.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *J. Maroger* (prés. par M. M. d'Ocagne). — **Reconstitution de la technique picturale de Jean Van Eyck.**

Van Eyck aurait trouvé un procédé pour obtenir un diluant ne possédant pas une siccitivité trop rapide. M. Maroger pense avoir retrouvé le secret de ce diluant qui serait une émulsion donnant au vernis une consistance et une onctuosité spéciales, en ajoutant à la touche une transparence que l'huile seule ne peut donner.

L. Franchet.

CRYPTOGAMIE. — *E. Chemin* (prés. par M. Mangin). — **Les cristaux protéiques chez quelques espèces marines du genre *Cladophora*.**

Les cristaux ont été observés constamment, sur le vivant, chez trois espèces de *Cladophora;* ils sont tétraédriques ou cubiques et de taille différente suivant l'espèce; ils existent dans tous les articles, y sont situés dans le suc cellulaire et sans relation avec les chromatophores.. Ces cristaux sont de nature protéique et résultent d'une sorte de sursaturation du suc cellulaire en substances protéiques. Ils doivent constituer une matière de réserve occasionnelle.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Famin* (prés. par M. Molliard). — **Action de la température sur le noyau et la karyokinèse chez *Vicia Faba*.**

La température agit sur le noyau quiescent en accentuant son aspect réticulé, puis en le rendant granuleux. La taille maximum est atteinte à 36°. Au-dessus de cette température, il n'y a plus de division cellulaire; le nucléole et les chromosomes subissent des déformations considérables.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *M. Bridel* et *Mlle Kramer* (prés. par M. Mangin). — **Sur la constitution de l'asébotoside (asébotine). Son identité avec le phlorizoside (phlorizine).**

Ce glucoside existe chez l'*Andromeda japonica* Thumb. et chez le *Kalmia latifolia* L. Il est dédoublable par l'émulsine. Ses produits de dédoublement (asébogénol et glucose) sont les mêmes que ceux du phlorizoside des écorces de diverses Rosacées (Pommier, Poirier, etc.). Les noms d'asébotoside (ou asébotine) et d'asébogénol doivent disparaître de la nomenclature.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. Chouard* (prés. par M. Blaringhem). — **Analogies entre le développement de la plantule et la poussée annuelle des feuilles, chez les Liliiflores.**

De nouveaux exemples, portant au total sur 120 espèces, montrent que, chez les Liliiflores, le développement de la plantule offre des analogies étroites avec le développement des pièces foliaires adultes. La disposition du cotylédon et des feuilles suivantes chez la plantule forment un tableau raccourci du cycle annuel des feuilles de l'adulte. Les matérieux de réserve utilisés par les gemmules et par les bourgeons sont, cependant, de nature différente.

ZOOLOGIE. — *A. Vandel* (prés. par M. Caullery). — **Sur l'existence de deux espèces de Trichoniscus du sous-genre *Spiloniscus* (Crustacés Isopodes) jusqu'ici confondues et sur leurs rapports réciproques.**

Les deux races, l'une sexuée, l'autre parthénogénétique, précédemment confondues sous le nom de *Trichoniscus provisorius* sont deux espèces distinctes. L'une est le *Tr. provisorius*, l'autre *Tr. elisabethæ*. Elles se distinguent par la forme de l'exopodite du premier pléopode du mâle; elles ont le même nombre de chromosomes, mais leur croisement est impossible. Leur distribution géographique est différente, quoiqu'elles puissent coexister dans une même région.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *J. André Thomas* (prés. par M. Roux). — **Action de l'eau de mer où a séjourné du carotène sur le développement e périmental de l'œuf d'Oursin *Paracentrotus lividus* L K.**

Malgré son insolubilité dans l'eau, le carotène influe sur le développement expérimental de l'œuf d'Oursin : il agit surtout en excitant la croissance du mésenchyme. Son influence s'exerce aussi sur les œufs traités avant la fécondation et sur le sperme, qui peut-être tué par contact suffisamment prolongé avec la solution expérimentée ou par contact direct avec un cristal de carotène.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — MM. Le Chatelier et Urbain sont réélus membres de la Commision de Contrôle de la circulation monétaire.

Vo Pacific Science Congress. — Ce Congrès, qui devait avoir lieu en mai 1932, est reporté à 1933. La date en sera fixée ultérieurement.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Henri Mineur, Astronome à l'Observatoire de Paris, Maître de Recherches, fera le mardi à 9 h. 1/4, à l'Amphithéâtre Darboux, et le vendredi à 10 h. 1/2, à l'Amphithéâtre Hermite (Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre-Curie), à partir du mardi 17 novembre, un cours libre, sur deux applications récentes de la théorie d'Einstein : *La mécanique des Masses variables et l'Univers en expansion.*

Il traitera les sujets suivants :

Origine du rayonnement stellaire. — Décroissance de la masse des étoiles. — Problème des deux corps de masses variables dans l'hypothèse newtonienne. — Théorie de la gravitation d'Einstein. — Problème des deux corps de masses variables dans l'hypothèse einsteinienne. — Equipartition de l'énergie stellaire. — L'Univers en expansion et les vitesses radiales des nébuleuses spirales. — Comparaisons à l'observation.

Institut Poincaré. — M. Millikan, Prix Nobel, Professeur à l'Institut technologique de Californie, a fait le 20 novembre une conférence sur les *Radiations cosmiques.*

M. Goudsmitt, Professeur à l'Université de Michigan fera six Conférences sur : « *La théorie moderne des spectres atomiques* », les jours suivants :

Mardis, 24 novembre et 1er décembre, à 14 h. 30; Jeudis, 26 novembre et 3 décembre, à 14 h. 30 ; samedis, 28 novembre et 5 décembre, à 14 h. 30. (Amphithéâtre Hermite, 11, rue Pierre-Curie).

Muséum national d'Histoire naturelle. — M. Paul Lemoine a été désigné par l'Assemblée des Professeurs pour remplir les fonctions de Directeur en remplacement de M. Mangin, atteint par la limite d'âge.

— Une série de conférences sur la Géologie et les Mines de France d'Outre-Mer sont organisées sous le haut patronage de M. A. Lacroix, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, avec le concours du Comité d'Etudes Minières pour la France d'Outre-Mer.

Ces conférences, dont nous donnons ci-dessous le programme, ont lieu les mardis et jeudis à 17 h. 30 dans l'Amphithéâtre de Minéralogie du Muséum.

24 novembre. — M. M. G. Teissier, Membre de l'Institut : *Exposé du programme* (séance d'ouverture);

M. Lacroix, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum : *Les latérites et la Guyanne.*

26 novembre, 3 et 10 décembre. — M. L. Joleaud, Professeur à la Sorbonne : *Algérie-Tunisie* (3 conférences).

1er et 8 décembre. — M. Hubert, Profeseur à l'Ecole coloniale : *Afrique occidentale française.*

15 décembre. — M. Bourcart, Chef des Travaux à la Sorbonne : *Sahara Algérien.*

17 décembre. — M. Lacroix, Membre de l'Institut : *Les Iles volcaniques et phosphatées (Réunion, Antilles, Océanie).*

5 et 12 janvier. — M. Demay, Profeseur à l'Ecole des Mines de Paris : 1° *Afrique équatoriale française;* 2° *Cameroun.*

7 janvier. — M. Lemoine, Professeur au Muséum : *Syrie et Liban.*

14 janvier. — M. Glasser, Ingénieur des Mines : *Nouvelle-Calédonie.*

19 et 26 janvier. — M. A. Lacroix, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum : 1° *Madagascar (partie Ouest)*; 2° *Madagascar (partie Est).*

21 et 28 janvier. — M. Ch. Jacob, Membre de l'Institut Professeur à la Sorbonne : *Indochine.*

2 et 16 février. — M. L. Bertrand, Professeur à la Sorbonne : *Le Pétrole dans les possessions françaises.*

4 février. — M. P. Fallot, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy : *Maroc (partie Nord).*

11 février. — M. Neltnier, Professeur à l'Ecole des Mines de St-Etienne : *Maroc (partie Sud).*

Le Comité d'Etudes Minières offrira aux élèves des grandes Ecoles et des Facultés qu auront fait les trois meilleurs résumés de l'ensemble des Conférences, 3 prix : l'un de 500 francs, les deux autres de 250 fr. Il tiendra compte, en outre, de leur assiduité lors du choix, l'an prochain, des jeunes gens à désigner pour les stages spéciaux préparatoires aux Colonies.

Collège de France. — Cours de Préhistoire. — M. H. Brénil fera, à partir du 1er décembre, un cours sur : *L'Art décoratif d'origine figurer à l'époque du Renne.*

(Le lundi et le vendredi, il fera, à l'Institut de Paléontologie humaine, un cours sur le : *Paléolithique ancien en Europe et sur le pourtout de la Méditerranée, France exceptée).*

Institut d'Ethnologie. — Année scolaire 1931-1932. — Les cours ont lieu à l'Amphithéâtre de l'Institut de Géographie, 191, rue Saint-Jacques. Les inscriptions sont reçues au Secrétariat, de 9 h. à midi et de 14 à 17 heures.

Cours communs au Diplôme et aux Certificats d'Ethnologie (Faculté des Lettres et Faculté des Sciences).

Instructions d'Ethnographie descriptive : M. Marcel Mauss, le jeudi et le samedi, à 17 heures (à partir du 19 novembre).

Instructions de Linguistique descriptive : M. Marcel Cohen, le vendredi, à 10 heures (à partir du 29 janvier).

Instructions d'Anthropologie : M. Paul Rivet, le jeudi et le samedi, à 10 h. 30 (à partir du 14 novembre).

Cours spéciaux au diplôme et au certificat d'Ethnologie (Faculté des Lettres).

Instructions de Préhistoire exotique : M. Henri Breuil (Les heures des cours seront fixées ultérieurement).

Ethnographie de l'Afrique : M. Henri Labouret, (Les heures des cours seront fixées ultérieurement).

Linguistique de l'Afrique : Mlle L. Homburger, le mercredi, à 11 heures, (à partir du 2 décembre).

Linguistique et Ethnographie de l'Asie orientale et de l'Océanie : M. Jean Przyluskik, le samedi, à 15 h. 45 (à partir du 9 avril).

Cours spéciaux au Certificat d'Ethnologie (Faculté des Sciences).

Anthropologie zoologique et biologique : M. Etienne Rabaud, le lundi et le jeudi, à 14 h. 30 (à partir du 16 novembre).

Géologie des temps quaternaires et Paléontologie humaine : M. Léonce Joleaud, le mardi, à 15 h. 30 (à partir du 10 novembre).

Psycho-Physiologie de l'Homme et des Anthrophoïdes : M. Paul Guillaume, le jeudi, à 10 h. 30 (à partir du 7 janvier).

Travaux pratiques. — Les travaux pratiques auront lieu aux mêmes jours et aux mêmes heures que les cours de MM. Rabaud, Rivet et Joleaud dès que ceux-ci seront terminés.

Ceux d'Athropologie se feront au Laboratoire d'Anthropologie du Muséum, 61, rue de Buffon; ceux d'Anthropologie zoologique et de Géologie quaternaire et de Paléontologie humaine à l'Institut d'Ethnologie.

Nota. — Certains Cours des Facultés et des Etablissements publics d'enseignement supérieur, à Paris peuvent servir de matière facultative pour les examens de l'Institut d'Ethnologie.

Consulter l'affiche spéciale.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La Géométrie, par Lucien Godéaux, Professeur à l'Université de Liége. In-8° de 180 pages (de la Bibliothèque Scientifique Belge). Hermann, Paris. — Prix : 15 frs.

En peu de pages, l'Auteur donne une vue d'ensemble des problèmes qui ont captivé le plus, au siècle dernier, l'attention des géomètres; en restant accessible à un public étendu, il a montré le rôle essentiel de la théorie des groupes et donné une idée nette des géométries non euclidiennes. Il a parachevé cet exposé dans deux importants chapitres sur la géométrie des variétés algébriques.

G. Bouligand.

Propagation d'une onde sonore dans l'atmosphère et théorie des zones de silence, par H. Galbrun. In-8° de 352 pages avec figures. Gauthier-Villars. Paris 1931.

Cet ouvrage développe la théorie complète du phéno-

mène de réfraction, qui dans une atmosphère d'état lié à l'altitude, infléchit le rayon sonore. Tout calcul est exposé en détail et l'auteur remonte souvent aux principes, pour éviter au lecteur toute difficulté. Par cette étude de l'onde sonore dans l'atmosphère terrestre, l'Auteur donne une illustration remarquable de méthodes exposées par M. Hadamard, dans son ouvrage sur la propagation des ondes.

G. Bouligand.

Les ultra-sons et la biologie, par F. Wolfers. Une brochure in-8° (de la *Collection de suggestions scientifiques*), de 54 pages. Albert Blanchard, éditeur. Paris, 1931. — Prix : 9 francs.

Les ultra-sons sont constitués par des vibrations matérielles de grande fréquence. Ils ont fait l'objet de très belles recherches de la part de M. Langevin, qui à mis au point, au moyen du quartz piezo-électrique, des dispositifs permettant de les produire commodément et de les déceler et qui le premier a constaté leur action biologique. Ainsi M. Langevin a-t-il observé que des poissons peuvent être tués ou tout au moins étourdis par des ultra-sons d'une fréquence de l'ordre de 40.000 par seconde lorsque l'énergie est suffisante.

L'ouvrage de M. Wolfers est surtout destiné à appeler l'attention des biologistes sur un domaine encore mal exploré et dont l'étude méthodique semble devoir conduire à des résultats fructueux. Après avoir rappelé quelques notions physiques concernant les propriétés des vibrations et des ondes élastiques, indispensables pour bien comprendre la production des ultra-sons et les propriétés que présente la matière soumise à l'action de ces ondes, l'auteur étudie le rôle des ultra-sons en physiologie et en zoologie. Il s'agit là plutôt de suggestions concernant des recherches à entreprendre que de l'exposé des résultats acquis. Ainsi l'auteur envisage t-il les hypothèses possibles relatives à la perception des ultra-sons, les fréquences propres dans le règne animal, le sens de la direction, etc. C'est dire que la brochure que nous signalons s'adresse surtout aux jeunes chercheurs en quête de sujets d'étude susceptibles de conduire à des résultats intéressants. Mais elle montre également la nécessité, pour ces études, d'une collaboration active entre physiciens et biologistes.

A. Bc.

La thérapeutique moderne, par le Dr G. Florence, professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon. In-16 de 202 pages. (*Collection Armand Colin*), Colin, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr. 50.

Un grand nombre de médicaments de la pharmacopée moderne sont le résultat de patientes recherches mettant en œuvre les données les plus étendues de la physique et de la chimie; les progrès de ces sciences ont permis non seulement l'analyse des substances que l'empirisme avait montré actives, mais encore, par synthèse, la construction de corps nouveaux, dont les propriétés sont orientées à volonté dans un sens défini grâce à l'adjonction ou le retrait de certains groupements. Cette recherche ne peut évidemment se faire qu'en suivant attentivement, en « mesurant » l'effet physiologique. Elle aboutit à des résultats remarquables dans l'ordre des agents hypnotiques, anesthésiques et antiseptiques (composés organiques de l'arsenic et du bismuth, par exemple).

Mais la thérapeutique met aussi en œuvre d'autres phénomènes bien connus dans leurs résultats, comme l'immunité, mais dont l'essence demeure encore mystérieuse et pose dans son entier le problème colloïdal; enfin l'action physiologique sous de très faibles proportions des vitamines, le rôle et le mécanisme d'effet si complexe des extraits d'organe ou hormones... autant de points qui offrent encore de larges champs d'exploration, mais qui déjà s'éclairent en partie grâce aux recherches précises et aux données de la physico-chimie. Par celles-ci s'expliquent les lois de pénétration et d'échange cellulaire (coefficient de partage d'Overton et Mayer, rôle de la tension superficielle, de la polarisation de la membrane, etc...).

On trouvera dans cet exposé très clair et d'une précision remarquable le compte-rendu des étapes parcourues, des difficultés vaincues et des possibilités que découvrent les données acquises dans la recherche des moyens de guérir.

Dr Didiée.

Histoire naturelle des Coléoptères de France, par G. Portevin, tome I, *Adephaga*, *Polyphaga*, *Staphylinoidea*. In-8° jésus de 630 pages, avec 571 figures, 5 planches color., P. Lechevalier, Paris 1929. — Prix : 125 francs.

C'est une œuvre de grande envergure qu'a entreprise M. Portevin, en rédigeant une « Histoire naturelle des Coléoptères de France » en 4 volumes.

L'auteur n'ignore pas que presque toutes les tentatives précédentes sont restées inachevées; nous souhaitons sincèrement le voir aboutir et cela pour plusieurs raisons. M. Portevin s'est efforcé de rester à la portée de tous, en donnant des tableaux dichotomiques des sous-familles, genres ou espèces dans lesquels il utilise seulement l'examen de la conformation externe. Ainsi, son ouvrage est facilement consulté par le plus grand nombre d'entomologistes.

Les espèces sont dégagées en général de leurs variations de couleur, souvent si abondantes qu'elles alourdissent les ouvrages similaires. Une répartition géographique est donnée pour la plupart des espèces; c'est un grand progrès, — bien qu'encore insuffisant, — sur les travaux similaires des prédécesseurs de M. Portevin.

Enfin la plus notable amélioration est certainement, outre l'existence de belles planches en couleur, la présence, au cours du texte, de très nombreux dessins au trait qui facilitent grandement la compréhension du texte.

Aussi cet ouvrage rendra de grands services à tous les naturalistes qui s'intéressent à la faune de notre pays.

P. V.

L'année psychologique, publiée par Henri Piéron, Secrétaire de rédaction : Marcel François. Trentième année (1929). Deux volumes in-8, ensemble 936 pages. Félix Alcan, éditeur, Paris, 1930. — Prix : 120 francs.

Cette importante publication présente d'abord des mémoires originaux de H. Piéron sur la dissociation des douleurs cutanées et la différenciation des conducteurs algiques; la mesure des vitesses d'influx nerveux prouve la nécessité de dissocier les sensations douloureuses des tactiles, et les sensations douloureuses entre elles : piqûre, brûlure et pincement sont irréductibles; de M. Foucault sur les associations locales et la loi de fixation des images : expériences montrant l'importance, très variable selon les sujets, des schémas visuels et leur faible valeur pour la rétention des souvenirs verbaux; de Aase Grude Koht, étude d'un test d'imagination sur des écoliers parisiens; il s'agit du test des taches d'encre, essayé sur 1.600 enfants de 12 à 15 ans, de même niveau scolaire : réponses très variées, mais égalité entre les deux sexs pour le choix des sujets comme pour la forme des réponses; de G. Durup et A. Fessard sur la variation de l'énergie lumineuse et de l'acuité visuelle en fonction de la durée, à intensité apparente constante : pour les temps courts l'influence propre de la durée sur l'acuité est très faible,

et, en général, elle ne suffit pas à expliquer ses variations; de H. Piéron, sur la sommation spatiale des impressions lumineuses au niveau de la fovea, pour lequel seul le taux de sommation est constant; de Renée Leurquin une étude expérimentale sur l'habileté motrice : les cinq tests employés n'ont pas donné de résultats satisfaisants pour apprécier le travail manuel scolaire; de Dora Heller-Kowarski et Marcel François : contribution à l'étude de l'apprentissage : recherche des courbes individuelles obtenues avec le test de barrage; de A. Chweitzer, une expérience sur l'apprentissage dans le test de barrage qui, faite sur dix sujets, confirme et précise les précédentes, faites sur un seul.

Suivent des notes et revues de MM. Tchang et Chang, Piéron et Lahy, puis la copieuse, précise et méthodique bibliographie (1.458 numéros), qui fait de ce recueil un instrument de travail incomparable. Peut-être pourrait-elle cependant être allégée d'un certain nombre de travaux d'ordre purement biologique et médical.

R. Troude.

Du cheminement de la pensée, par Emile Meyerson. Trois volumes in-8°, ensemble 1036 pages. Félix Alcan, éditeur, Paris, 1931. — Prix : 130 francs.

Cette œuvre nouvelle de l'éminent chimiste-philosophe n'ajoute rien d'essentiel à ses travaux antérieurs, auxquels elle se réfère constamment; elle en forme le complément, ou mieux le couronnement.

Les conclusions en sont les mêmes : il s'agit toujours d'établir que, à travers toutes ses applications, la raison humaine ne change pas dans son fond, que toutes ses démarches ,ses « cheminements » ou ses progrès consistent à éliminer le divers pour trouver l'identique, à unifier le multiple, à s'assimiler le réel, qui lui résiste pourtant et lui impose ses données irréductibles, ses « irrationnels », dont elle s'efforce de triompher par d'habiles subterfuges. Toutefois, l'auteur se préoccupe davantage ici de prouver que ce qu'il a démontré précédemment de la pensée scientifique est également vrai de la pensée commune, qu'il n'y a pas entre l'une et l'autre le fossé que d'aucuns voudraient creuser.

La méthode aussi est la même : essentiellement objective, répudiant l'introspection, elle étudie la pensée dans ses œuvres et dans son histoire, elle prétend retrouver la conscience derrière ses productions; précise et sûre, elle dispose d'un immense matériel d'informations puisées à toutes les sources, Antiquité et temps modernes, sciences et arts, philosophie et langage; mais c'est toujours l'histoire des sciences qui fournit les documents les plus riches et les plus précieux. Cependant M. Meyerson a eu l'heureuse idée de réunir dans un volume spécial, le troisième, toutes les indications bibliographiques et notes annexes, et ce n'est pas celui qu'on consultera avec le moins d'intérêt, d'autant qu'un double index en rend le maniement facile.

D'autre part, et grâce à cette documentation en grande partie neuve comme à la souplesse de sa méthode, l'auteur a réussi à renouveler sa thèse et, pour prendre son schéma à rebours, à diversifier l'identique. Parmi les chapitres qui nous ont paru les plus importants, signalons ceux où il confronte sa doctrine avec les théories des logiciens et des logisticiens contemporains, notamment au sujet de la valeur du syllogisme, puis avec les récents progrès de la physique générale, notamment avec la théorie des quanta et la mécanique ondulatoire; ceux où il s'efforce de pénétrer la nature intime de la pensée mathématique et d'expliquer son double caractère de rigueur absolue et de progressivité; ceux où il analyse les fonctions du langage et le rôle de l'expérience dans les sciences de la nature; et le chapitre final où il fait un remarquable exposé et une critique approfondie du panmathématisme idéaliste de M. Brunschvicg. Il faudrait mentionner aussi une belle discussion sur la nature de l'induction, et tels passages où, en quelques lignes décisives, il fait justice de l'hypothèse de la mentalité primitive ou de la théorie pragmatiste de la vérité.

Mais un tel ouvrage ne se résume pas. Nous espérons en avoir dit assez pour en faire désirer la lecture à tous ceux qui, étudiants ou hommes de science, psychologues ou philosophes, tiennent à honneur de réfléchir sur la nature humaine et sur la valeur de la pensée : ils sont assurés d'y trouver agrément et profit.

R. Troude.

Esquisse d'une philosophie de la structure, par R. Ruyer, Docteur ès-lettres, agrégé de Philosophie. In-8° de 370 pages. Félix Alcan, éditeur. Paris, 1930. — Prix : 50 francs.

Toutes les réalités qui composent l'univers sont des formes, des mécanismes définissables en termes de temps et d'espace; mais chacun de ces ordres de formes a sa structure originale, ses lois propres qui le rendent irréductible à tout autre : telle est l'idée fondamentale qu'on trouvera développée ici, avec un luxe d'argumentation et une ingéniosité qui font de cette thèse universitaire un modèle du genre. On ne peut songer à donner une réduction de ce système du monde. Signalons seulement que, foncièrement réaliste, il condamne logiquement le mathématisme aussi bien que le matérialisme et le vitalisme, comme toute métaphysique, même scientiste ; mais que, non moins logiquement, obligé d'admettre la valeur absolue du déterminisme, il doit abandonner la conduite de la vie morale à une sorte de pragmatisme nietzschéen : car la Science, nous dit-on, s'avère incapable de perfectionner l'homme, étant incapable de pénétrer dans l'intimité de ses structures.

M. Ruyer prétend s'appuyer sur la théorie physique de la Relativité. On s'étonne qu'il n'ait pas invoqué en sa faveur, les travaux allemands de l'école de la Gestalt, qui ont bien avec le sien quelque parenté.

R. Troude.

Essai de Psychologie matérialiste, par René Guyon. In-16° de 469 pages. Alfred Costes éditeur, Paris, 1931. — Prix : 20 francs.

Comme l'auteur l'avoue loyalement, il s'agit moins d'un traité de Psychologie que de réflexions sur quelques sujets de psychologie générale : la sensibilité, l'imagination, la volonté, l'intelligence, en vue de défendre la doctrine matérialiste. Celle-ci est présentée dans toute sa simplicité et sans déguisements : « La pensée, dans le cosmos, n'est qu'une réaction accidentelle, une modalité passagère du mécanisme général, qui n'a pas de valeur intrinsèque plus grande que toute autre réaction ou toute autre modalité mécanique », (page 426). Tout dans l'homme comme hors de lui se ramène à de la matière en mouvement, matière et mouvement dont au reste, l'essence intime nous échappe tout autant que celle de la vie et de la conscience. D'où des leçons de modestie, d'humilité, de résignation, aboutissant finalement à cette consigne unique : fuir la douleur et les superstitions. Par où l'on voit du moins que, même habillé à la moderne, le matérialisme n'a pas beaucoup changé depuis Epicure et Lucrèce.

R. Troude.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 23 — 69e ANNÉE — 12 DÉCEMBRE 1931

L'AMENAGEMENT INTEGRAL DU RHONE

par Fernand LABORDE

Ingénieur E.C.P.
Vice-président de la Chambre des Intérêts miniers de la Tunisie

1. — Observations préliminaires.

La rapidité et le coût des transports jouent un rôle extrêmement important dans le développement de l'activité économique. Il est donc tout naturel que chaque pays, chaque région, chaque localité cherche à s'assurer tour à tour les plus grands avantages possibles dans l'organisation de ces transports. A vrai dire, il semble qu'on ait trop concédé, dans ces dernières années, à la rapidité, car la vitesse est un facteur terriblement coûteux, qui a tôt fait de grever les prix de revient et qu'une économie rationnelle doit réserver aux personnes et aux marchandises capables, par leur richesse ou par leur valeur, d'en supporter les lourdes charges. Et, d'autre part, le coût des transports a été grevé, depuis la guerre, par des sujétions et des dépenses sociales très louables d'intention, mais d'un poids excessif au point de vue économique. En même temps, on notait une impuissance générale à répartir équitablement entre les divers modes de transport les impôts dont ils sont frappés, de sorte qu'ils sont soumis à des traitements très inégaux, le plus souvent défavorables aux moyens les plus anciens. Au total, il y a là un certain nombre de circonstances qui faussent grandement le libre jeu de la concurrence entre les différents moyens et voies de transport. Pour apprécier objectivement les résultats et les possibilités propres aux organisations de transports en vigueur, il est nécessaire d'éliminer les conséquences de ces influences perturbatrices. A plus forte raison s'il s'agit d'étudier, dans leur intégralité et dans leur réalité, les effets qu'on peut attendre des nouvelles combinaisons, auxquelles l'ingéniosité de leurs initiateurs ne manque jamais de promettre les plus heureuses conséquences.

Tel port désire agrandir sa zone d'attraction et présente, à cet effet, un projet qu'il déclare susceptible d'assurer les parcours les plus économiques dans son hinterland ainsi étendu. Rien de plus légitime, ni de plus favorable *a priori* aux intérêts de la zone en question. Car l'abaissement des prix de transport, s'il est réel, ne peut que favoriser celui des prix de revient et justifier une réduction des prix de vente, capable d'activer la consommation, d'accroître les transactions et de communiquer à la production une impulsion supplémentaire. Pour cela, il faut que l'économie du coût de transport résulte des avantages intrinsèques du projet, sans intervention d'influences extérieures, propres à en fausser le bilan. Car, dans ce cas, il peut arriver que les bénéfices

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

escomptés du projet proviennent simplement, pour tout ou partie, d'un transfert d'activité au détriment d'organisations existantes dont les droits antérieurs méritent cependant quelque considération. De ce transfert peuvent résulter des avantages au profit de certains intérêts nouveaux et locaux, mais le solde de l'opération peut très bien consister finalement en une augmentation de frais généraux et en doubles emplois au préjudice de l'intérêt public. Ces fausses manœuvres sont fréquentes à l'intérieur d'un même pays, bien que les intérêts menacés y soient plus facilement alertés et en mesure de se défendre. Elles sont de règle entre pays étrangers, auxquels le dumping des transports semble toujours de bonne guerre et constituer une question d'ordre purement intérieur. Mais l'expérience de la présente crise montre que le monde est de plus en plus petit et qu'il devient de plus en plus difficile à chaque nation d'agir comme si les autres pays n'existaient pas. Cette interdépendance croissante de toutes les nations nous conseille, dans les problèmes des transports, de ne pas borner nos vues aux frontières politiques, mais d'étendre largement nos regards jusqu'aux limites géographiques et économiques des régions où l'aménagement actuel des transports est mis en cause.

C'est en m'inspirant de ces considérations, uniquement formulées à propos des transports, mais qui trouvent aussi bien leur application dans les autres aspects de la question que je me propose d'examiner l'aménagement intégral du Rhône. Une très intéressante étude de M. Henri Brenier, directeur général des services de la Chambre de Commerce de Marseille, parue dans la *Revue Politique et Parlementaire* du 10 juillet 1931, vient de donner une actualité nouvelle à cette question et de mettre au point son état d'avancement : j'aurai l'occasion de m'y référer à de nombreuses reprises.

II. — Origines commerciales et géographiques du projet d'aménagement intégral du Rhône.

Abstraction faite de la Russie, si largement rattachée au continent asiatique, l'Europe forme une péninsule extrêmement découpée, entre l'Océan Atlantique et la Méditerranée. La ligne de partage des eaux entre ces deux mers est très irrégulièrement orientée, mais elle se tient, la plupart du temps, beaucoup plus près de la côte méditerranéenne que de la côte atlantique. Ce n'est qu'en France, d'abord au col de Naurouze, à 189 mètres d'altitude, emprunté par le Canal du Midi, et ensuite à la trouée de Valdieu, cote 345 mètres, empruntée par le Canal du Rhône au Rhin, qu'on trouve des passages facilement accessibles à des voies navigables. En dehors de ces points bas, il n'y a qu'un second passage du Rhône au Rhin, en Suisse, par le lac de Neuchâtel (435 mètres), voisin du précédent, et la voie très détournée du Main au Danube, par le Ludwigs Canal, qui franchit le Jura de Franconie à 406 mètres.

De ces dispositions orographiques de l'Europe péninsulaire résultent deux conséquences principales. La première, c'est que les arrière-pays des ports méditerranéens sont beaucoup moins étendus que ceux des ports atlantiques. Ce désavantage géographique est cause d'un second inconvénient puisqu'il comporte pour les vallées des pentes plus fortes vers la Méditerranée, circonstance défavorable à la navigation fluviale, aussi bien qu'à l'aménagement de canaux navigables. Enfin, le versant méditerranéen est beaucoup moins pourvu de ressources naturelles que le versant atlantique, surtout en matières industrielles. Aussi le développement des ports atlantiques est-il bien plus rapide que celui des ports méditerranéens, dont le mouvement demeure pratiquement stationnaire depuis plusieurs années. Dans ces conditions, on comprend que le port de Marseille tende ses efforts vers une exploitation aussi complète que possible de son arrière-pays. Il en voit les moyens dans l'amélioration de la navigation sur le Rhône et sur ses affluents, jusqu'aux limites des bassins contigus de la Seine, de la Meuse et du Rhin. Dès 1808, M. Céard, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, étudiait un canal latéral au Rhône, de Lyon à Beaucaire, et le 25 juin 1825, le Conseil Général des Ponts et Chaussées approuvait un second projet de canal latéral tout entier situé sur la rive gauche du Rhône, dû à un autre ingénieur, M. Cavenne. L'installation de la navigation à vapeur sur le Rhône et le rapide essor des chemins de fer empêchèrent l'exécution du projet.

La seconde conséquence des caractéristiques de la péninsule européenne, c'est l'énorme détour auquel sont astreints les transports maritimes de la Méditerranée à l'Atlantique et réciproquement, détour dont l'importance va croissant à mesure que les ports de provenance ou de destination sont de plus en plus situés dans les dépendances reculées de ces deux mers, Mer Noire, Archipel ou Méditerranée orientale pour la première, Baltique ou Mer du Nord pour la seconde. De là l'idée naturelle de chercher pour ces transports un raccourci à travers les terres. Mais, à ce point de vue, il faut reconnaître que les différences des conditions d'exploitation entre la navigation au long cours et la navigation par chaland rendent la con-

currence singulièrement difficile pour le second mode de transport. Pour peu que les caprices du tracé et les exigences du profil s'en mêlent, on se heurte rapidement à une impossibilité absolue. Dans le cas de la péninsule européenne, le problème est compliqué parce que les solutions les plus faciles au point de vue technique répondent aux conditions économiques les moins intéressantes. Ainsi le Canal des Deux-Mers, par le col de Naurouze, dont la longueur, le tracé et le profil se présentent le plus favorablement, se trouve trop près du Cap Saint-Vincent, extrémité occidentale de la péninsule, et trop loin de la ligne Hambourg-Marseille qu'on peut considérer comme le principal axe industriel de l'Europe occidentale, pour qu'on puisse retenir utilement cet itinéraire. A l'autre extrémité de la péninsule, le tracé de la Baltique à la Mer Noire, par le Niémen ou la Vistule et le Dniéper, n'oppose aucune difficulté de profil, mais il est vraiment long et par trop excentrique. Les possibilités d'une voie navigable transeuropéenne se resserrent donc autour des communications entre Rhône et Rhin, soit par le col de Valdieu, soit par le lac de Neuchâtel et l'Aar, ou bien entre Danube et Rhin par le canal Ludwig et le Main. Cependant cette dernière solution semble aussi excentrique et répondant à des besoins particuliers, outre qu'elle est longue et comporte une altitude relativement élevée. Finalement, ce sont les deux solutions du Rhône au Rhin qui sont les plus satisfaisantes au point de vue transeuropéen. Si on tient compte de l'étroitesse de la vallée du Rhône en aval de Genève et de la différence d'altitude en faveur du seuil de Valdieu, c'est le tracé par cette dépression et par la Saône qui l'emporte au point de vue géographique, sous réserve des considérations économiques ou politiques qui peuvent conduire à l'exécution de ces deux voies navigables.

La France, en construisant dès 1666 le canal du Midi et plus tard celui du Rhône au Rhin a simplement esquissé la solution du problème. Ces travaux ne tendaient qu'à permettre la navigation locale, sans aucune intention d'assurer un trafic international. Les premiers projets d'amélioration de la navigation dans le bassin du Rhône ne faisaient eux-mêmes guère allusion à cette éventualité. Il a fallu arriver à 1919 pour envisager franchement l'hypothèse du transit international. C'est à l'extension de tous les problèmes économiques de l'après-guerre jusqu'à l'échelle mondiale qu'est dû cet élargissement de la question.

Marseille s'est alors souvenue que, quatre siècles avant Jésus-Christ, les étains de Cornouailles lui parvenaient suivant la Seine, la Saône et le Rhône. Elle a ambitionné de restaurer ces antiques relations fluviales et d'étendre aussi loin que possible dans les bassins limitrophes de la Seine, de la Meuse et du Rhin, la zone d'attraction de son port. Et même le haut Danube lui a paru susceptible de tomber un jour sous son influence.

Telles sont les circonstances qui ont posé le problème de l'aménagement du Rhône et conditionné son développement au point de vue de la navigation. Seulement pendant les longues études que cet aspect de la question avait nécessitées, d'autres utilisations des eaux du fleuve avaient été proposées. D'abord pour l'irrigation agricole, ensuite pour la production de force motrice. On put craindre que l'étude en ordre dispersé, de questions aussi variées, n'irait pas sans concurrences fâcheuses et sans retards préjudiciables. Pour cette raison, les initiatives privées aussi bien que les actes officiels rassemblèrent en un seul problème les trois aspects : irrigation, force motrice et navigation. C'est ce problème d'ensemble qui constitue l'aménagement intégral du Rhône.

III. — Historique du projet d'aménagement intégral du Rhône.

Etat actuel de la question.

On a vu qu'un projet de canal latéral au Rhône avait été adopté en 1825 par le Conseil Général des Ponts et Chaussées à Paris, mais ne fut pas réalisé. Un second projet fut présenté en 1875 à l'Assemblée Nationale et appuyé par la Chambre de Commerce de Marseille ; il fut abandonné pour des travaux de régularisation du fleuve. Dès lors, les projets d'initiative privée ou officieuse se succédèrent avec rapidité C'est en avril 1898, dans la *Revue Scientifique*, qu'un article de M. Souleyre, ingénieur des Ponts et Chaussées, examina pour la première fois l'aménagement intégral du Rhône. En 1900 fut créée une Commission interdépartementale de 55 membres, commune à onze départements de la vallée du Rhône, qui n'a plus cessé de s'attacher à la solution du problème. L'Office des transports des Chambres de Commerce du Sud-Est et une commission interministérielle, présidée par M. Barlatier du Mas, inspecteur général des Ponts et Chaussées, furent constituées la même année et apportèrent leur large part de contribution. En 1907 venait au jour un avant-projet de canal latéral au Rhône, établi par MM. Girardin et Armand, que le Conseil général des Ponts et Chaussées écarta en 1909, comme impliquant des charges hors de proportions — 505 millions de francs — avec le bénéfice possible. Un concours privé fut organisé en 1908 par la Chambre de Commerce de Lyon ; 13 projets furent présentés, dont 6 fu-

rent retenus et 4 primés par le jury en mars 1912.

La guerre interrompit cette belle activité. Mais dans *la Houille Blanche* de mai-juin 1918, une étude de M. Jean Maître, membre correspondant de la Chambre de Commerce de Belfort, préconisait la formation d'une compagnie nationale du Rhône, pour aboutir aux réalisations nécessaires. Le 10 août 1918, M. Claveille, ministre des Travaux Publics, créa un comité d'études chargé de reprendre, à tous les points de vue, le problème du Rhône. Les réunions des différentes Commissions se multiplièrent jusqu'à un Congrès tenu à Grenoble les 1er et 2 juin 1919, sous la présidence de M. Léon Perrier. Adoptant la formule générale de M. Jean Maître et du Comité d'études, le Congrès se prononça pour la création d'une compagnie unique, en vue de l'aménagement intégral du Rhône, associant l'Etat et toutes les collectivités administratives, industrielles, agricoles et commerciales intéressées à cette œuvre.

Cette conception passa dans la loi finalement votée le 27 mai 1921, qui « approuve les travaux d'aménagement du Rhône, de la frontière suisse à la mer, au triple point de vue des forces motrices, de la navigation et des irrigations et autres utilisations agricoles, et crée les ressources financières correspondantes ». Elle divise le fleuve en six sections et prescrit que l'ensemble des travaux doit faire l'objet d'une concession unique en faveur de l'ensemble des collectivités, pour une durée de soixante-quinze ans.

La loi prévoit : l'aménagement du fleuve pour l'utilisation de sa force hydraulique et l'exécution d'une voie navigable à réaliser progressivement sur toute son étendue, la délimitation des périmètres irrigables, la construction des canaux d'amenée des eaux et des stations de pompage dans le fleuve. Toutefois, l'aménagement de la section allant de Seyssel à la frontière suisse pour la navigation reste différé jusqu'à ce qu'un accord soit intervenu entre la Suisse et la France au sujet de l'augmentation de capacité du lac de Genève.

Le capital, indéterminé, comprend des actions à souscrire par les collectivités intéressées, les établissements publics, les industries régionales et les particuliers, ainsi que des obligations garanties par l'Etat sous certaines conditions et ne devant jamais excéder les neuf dixièmes des capitaux versés.

Tant que la garantie de l'Etat n'aura pas été mise en jeu pour les obligations, les actions pourront recevoir un dividende, dont le maximum sera fixé par l'intérêt moyen de la rente 5 o/o perpétuelle durant l'exercice considéré, augmenté de deux points, réserve faite des conversions éventuelles. Au-dessus de ce maximum, les bénéfices serviront, dans la proportion de 80 o/o, au remboursement sans intérêt des sommes versées par l'Etat pour la garantie des obligations, le solde de 20 o/o allant aux actions.

On remarquera que cette loi a négligé la liaison du Rhône au Rhin par la Saône, pour s'attacher de préférence à la réalisation d'une voie navigable avec la Suisse romande. Et cependant, la voie du Rhône au Rhin par la Saône est la plus immédiatement intéressante au point de vue français, en même temps que la plus facile à réaliser techniquement et financièrement. Il est vrai qu'on s'occupe de l'améliorer par des mesures indépendantes de l'aménagement du Rhône, mais dont il est à craindre qu'elles ne soient trop fragmentaires et ne se montrent insuffisantes. En somme, les deux liaisons Lyon-Strasbourg et Lyon-Genève ont leur intérêt ; la priorité donnée à la seconde en la circonstance montre le prix que la France attache au développement des relations entre la Suisse et Marseille.

La loi du 27 mai 1921 a donc abouti à la création d'un organisme extrêmement complexe et développé. Dès lors, si la question a été résolue au point de vue législatif, il était à craindre qu'elle ne progressât qu'avec une excessive lenteur dans la voie administrative. Et c'est bien ce qui s'est produit puisque dix années ont pu s'écouler avant que parût le décret instituant la concession prévue par la loi. C'est, en effet, seulement le 13 janvier 1931 que ce décret a été signé par le ministre des Travaux Publics. Il accorde la concession unique de l'ensemble des travaux à une société dénommée *Compagnie Nationale du Rhône*. Depuis lors, les quatre groupes institués par la loi se sont engagés à verser chacun 60 millions de francs, ensemble 240 millions, pour la constitution du capital-actions. Ces quatre groupes sont : 1° la Ville de Paris et le département de la Seine ; 2° les départements, les communes, les Chambres d'Agriculture et de Commerce de la vallée du Rhône ; 3° la Compagnie du Chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée ; 4° les producteurs-distributeurs et usagers de force et de lumière électriques, ainsi que les particuliers. Les statuts de la Compagnie et le cahier des charges général, soumis au Conseil d'Etat, ont reçu l'approbation provisoire de ce tribunal en attendant que la constatation du versement à la Banque de France du premier quart du capital-actions permette leur approbation définitive. Le premier Conseil d'administration a été désigné, sous réserve de ratification par la première assemblée générale. La Compagnie devra présenter, dans les six mois de sa constitution définitive, un programme d'exécution de ses travaux de la frontière suisse à la mer.

Aux termes de la loi, le versement de 60 millions, premier quart du capital-actions de 240 millions, permet d'émettre 540 millions d'obligations garanties par l'Etat. La compagnie disposera donc pour débuter d'un capital de 600 millions, pouvant être porté jusqu'à 2.400 millions. Les statuts prévoient le moyen d'augmenter le capital jusqu'au montant nécessaire pour l'achèvement du programme d'aménagement, en conservant toujours la même proportion de 1 à 9 entre le capital-actions et le maximum du capital-obligations.

Voilà le terme exact où se trouve présentement la question de l'aménagement intégral du Rhône.

IV. — La Chambre de Commerce de Marseille oppose au projet officiel la solution d'un canal latéral au Rhône.

La longue gestation du projet a donc fini par laisser de côté l'aménagement du Rhône inférieur, de la mer à Arles, et celui des communications entre Lyon et le Rhin par le seuil de Valdieu, pour retenir seulement l'aménagement du fleuve entre Arles et la frontière suisse.

Pour le bas Rhône cette attitude s'explique par les initiatives antérieures de la Chambre de Commerce de Marseille. Cette assemblée, désireuse d'assurer au grand port dont elle a la responsabilité la plus grande part possible dans le developpement escompté de la navigation du Rhône, s'est préoccupée depuis longtemps d'orienter le trafic de ce fleuve vers le port de Marseille et ses annexes. Dès 1839 son président d'alors, accueillant le Duc d'Orléans, faisait allusion à l'opportunité « de rendre plus faciles les rapports de Marseille avec l'intérieur de la France et de l'Europe ». En 1879, elle approuve un avant-projet de canal de Marseille au Rhône. Une loi du 24 décembre 1903 déclara ce canal d'utilité publique. Par délibération du 23 novembre 1906, la Chambre décida, en conséquence, le percement de la chaîne du Rove, au moyen d'un tunnel de 22 mètres de large, qui constitue la première section de ce canal. Cette œuvre grandiose, qui est le tunnel du monde le plus large, ayant fourni le plus gros volume de déblais, a été inaugurée en 1927. Elle relie l'étang de Berre au port de Marseille. La Chambre de Commerce a aussi ouvert directement l'étang de Berre à la navigation maritime par l'avant-port de Port-de-Bouc, Caronte et Martigues. Mais tout cet ensemble de travaux se trouve en très forte avance sur les réalisations de l'aménagement proprement dit du Rhône, de sorte qu'il a conduit à des immobilisations de capitaux prématurées. Comme le coût total du canal de Marseille au Rhône est estimé à 288 millions, la Chambre de Commerce de Marseille a résolu de différer l'exécution de la seconde section, de Port-de-Bouc à Arles, jusqu'à ce qu'elle ait la certitude de l'exécution d'un canal latéral au Rhône, d'Arles à Lyon.

Cette compagnie accepte volontiers que le programme d'exécution imposé par le Cahier des Charges générales de la Compagnie Nationale du Rhône comprenne les irrigations prévues pour 300.000 hectares de superficie. En ce qui concerne la force motrice, elle accepte aussi la priorité pour l'installation d'un premier milliard de kilowatts-heures entre Seyssel et Lyon. Pour la navigation, elle souscrit à la construction d'un canal circulaire autour de la ville et du port fluvial de Lyon. Mais elle prend position contre l'aménagement de la navigation tel qu'il ressort du projet officiel du Comité d'études. Ce projet envisage une circulation mixte dans le fleuve et dans des canaux de dérivation, créés pour chacune des 18 usines hydrauliques à installer moyennant des barrages dans le fleuve, avec écluses de 80 mètres de long, la vitesse d'écoulement dans les canaux de dérivation allant jusqu'à 1 m. 10 par seconde, au maximum de débit, et la navigation devant être accessible à des chalands de 1.000 tonnes.

A ce projet, la Chambre de Commerce de Marseille oppose la solution d'un canal latéral au Rhône, qu'elle a préconisé depuis longtemps et particulièrement depuis 1928, date où elle est intervenue pour réveiller de son sommeil la question de l'aménagement du fleuve. La Chambre estime qu'un tel canal latéral est techniquement possible, économiquement nécessaire et financièrement réalisable. L'étude de M. Henri Brenier, à laquelle je me suis référé plus haut, donne l'essentiel de l'argumentation de la Chambre de Commerce de Marseille à ce sujet.

Devant l'importance de cette opposition, il ne semble pas qu'on puisse considérer la solution de l'aménagement intégral du Rhône comme définitivement acquise. Il n'est donc pas trop tard pour examiner certains des arguments qu'on a fait valoir aussi bien en faveur de l'œuvre elle-même qu'à l'appui des modalités envisagées pour sa réalisation.

V. — Remarques sur le projet d'aménagement intégral du Rhône pour les irrigations et pour la force motrice.

Le programme des irrigations et des assèchements agricoles est prévu pour 300.000 hectares. Une telle surface est considérable quand on note que 18.000 hectares ont déjà suffi au département des Bouches-du-Rhône et de Vaucluse pour assurer à la culture maraîchère des

primeurs le magnifique épanouissement dont nous sommes témoins. Un autre point de comparaison nous est donné par la Californie où 150.000 hectares, consacrés à des cultures analogues, assurent l'approvisionnement surabondant des Etats-Unis et du Canada. Il ne faut pas oublier que ces développements agricoles ont été largement favorisés par la prospérité apparente et inouïe des années qui précédèrent 1930. La crise générale, qui est survenue depuis, a réduit la plupart des consommations nationales. Les producteurs sont contraints de rechercher au dehors l'écoulement de leur production excédentaire. Nous voyons ainsi les denrées de Californie pénétrer le marché européen, et leurs producteurs accepter d'y vendre à perte pour tâcher de le conquérir. De son côté, l'exportation française des légumes, des fruits et des fleurs, se heurte à une concurrence chaque jour plus âpre de l'exportation italienne. Cela n'empêche pas les possessions françaises de l'Afrique du Nord de préparer systématiquement l'expansion de leur production maraîchère et fruitière pour un prochain avenir. Or, le Maroc serait capable à lui seul d'offrir à ces cultures une surface appropriée qui dépasserait les 150.000 hectares de Californie. Et, faute d'exportations, la mise en valeur des 300.000 hectares, projetée dans la vallée du Rhône, risquerait de se faire en grande partie au détriment des autres régions agricoles de la France, ce qui ne manquerait pas d'injustice dans toute la mesure où l'aménagement du Rhône ferait appel à la garantie prévue de l'Etat, c'est-à-dire de tous les contribuables français et notamment des agriculteurs exposés à la future concurrence des cultures rhodaniennes. Voilà un ensemble de faits et d'éventualités qui pouvaient être ignorés quand on a conçu le programme agricole de l'aménagement du Rhône, mais dont il serait fort imprudent de ne pas tenir compte aujourd'hui. Ils commandent impérieusement d'exécuter ce programme avec toute la modération désirable, sans perdre de vue, comme il est arrivé trop souvent dans les conceptions modernes, le respect des droits antérieurs et l'importance primordiale des débouchés.

Pour la force hydro-électrique, on attend de l'aménagement du Rhône une puissance qui dépasserait 4 milliards de kilowats-heures et équivaudrait à une mine perpétuelle de houille capable de produire 5 millions de tonnes par an. Cette estimation a été établie avec une grande prudence, puisqu'elle est basée sur un coefficient moyen d'utilisation de 35 o/o seulement. On compte, pour la mise à profit de ces importantes ressources, sur l'opportunité de réduire les 25 à 30 millions de tonnes de houille que la France importe annuellement, sur l'électrification des chemins de fer, notamment du Paris-Lyon-Méditerranée, sur le développement de la force à domicile pour les industries familiales et sur l'accroissement de la consommation domestique d'électricité si restreinte en France par rapport à d'autres pays. Un supplément de force qui représenterait à peine 5 o/o de la consommation houillère de la France et 20 o/o de ses importations de même nature n'a rien d'excessif en lui-même et serait, en principe, le bienvenu. Mais on sait que la limitation de la production française de charbon et le développement des importations qui en découle tiennent surtout à la position excentrique des bassins houillers dans le pays et à la cherté des transports qui en résulte pour leurs produits. A cause de cela, il existe en France une zone particulièrement désavantagée pour son approvisionnement en combustible, et qu'on délimiterait assez facilement sur le terrain, à distance sensiblement égale des bassins houillers et des ports importateurs de charbon. C'est pour cette zone qu'un secours de 5 millions de tonnes de houille, ou de leur équivalent en force motrice, serait énormément souhaitable. Mais il ne semble pas que cette zone, particulièrement étendue sur les régions moyennes des bassins de la Seine, de la Loire et de la Garonne, puisse recueillir un grand bénéfice de l'aménagement du Rhône à ce point de vue. D'autre part, les régions qui profiteront le plus facilement des forces du Rhône sont celles où les charbons de la Loire et du Gard, les anthracites des Alpes, les lignites des Bouches-du-Rhône trouvent leurs débouchés les plus indiqués. Il est donc à craindre que l'utilisation hydro-électrique du Rhône ne se fasse surtout à leur détriment. Bien entendu, si cette utilisation se traduit par un réel abaissement du prix de revient de la force, il y a là une question de progrès devant laquelle il faut s'incliner, mais l'adaptation nécessaire n'en reste pas moins délicate et il conviendra de la réaliser avec toutes les précautions nécessaires.

D'autre part, si on considère les possibilités d'utilisation de cette force par rapport à la puissance hydraulique déjà installée et aux ressources encore disponibles en France, notamment dans ses régions montagneuses, Alpes, Pyrénées et Plateau Central, on doit remarquer que les 4 milliards de kilowatts-heures escomptés représentent environ le tiers de la consommation actuelle. L'application d'un pourcentage aussi élevé ne peut être envisagé que progressivement, non seulement à cause des difficultés de trouver leur utilisation industrielle et les effectifs de main-d'œuvre indispensables, mais aussi pour ne pas apporter de perturbations excessives dans la marche des usines existantes, et parce que bien des chutes présento-

ment inutilisées sont susceptibles d'une mise en valeur plus facile ou plus économique que le Rhône lui-même. Ces observations valent évidemment pour l'électrification des chemins de fer, pour le développement des industries familiales et pour l'accroissement de la consommation domestique d'électricité. A propos de cette dernière on produit des tableaux de comparaison assez impressionnants, où la consommation française apparaît extrêmement modeste, à côté de certaines consommations étrangères, mais il ne faut pas oublier que cette caractéristique est surtout fonction du développement et de la concentration de l'industrie ; or, la France est fort en retard sur les pays en question, et si ce retard présente quelques inconvénients il ne va pas sans bien des avantages compensateurs, dont le maintien demeure très désirable.

En résumé, considéré sous l'aspect de la force motrice, l'aménagement du Rhône promet à l'industrie française des ressources considérables. Malheureusement la situation du Rhône, éloigné des régions françaises particulièrement privées de combustibles, mais voisin de plusieurs bassins houillers en exploitation et de montagnes extrêmement riches en chutes d'eau, ne se prête pas à l'utilisation optima de ses propres ressources. C'est donc avec la plus grande prudence que la Compagnie Nationale du Rhône devra procéder à la mise en route des 18 usines génératrices prévues par le projet du Comité d'études. Pour commencer, elle doit aménager 1.080 millions de kilowatts-heures, entre Lyon et Seyssel.

VI. — Possibilités géographiques et techniques du canal latéral au Rhône.

Les principales critiques adressées au projet officiel du Comité d'Etudes, sont les suivantes :

Les barrages en travers du fleuve ne sont pas considérés comme réalisables dans un cours d'eau aussi rapide et aussi charrieur que le Rhône. La vitesse d'écoulement de 1 m. 10 dans les canaux est tenue pour excessive. L'obligation, pour les chalands, de quitter le fleuve pour les canaux, à l'entrée de chacun d'eux, et les canaux pour le fleuve, à leur sortie, ce qui nécessiterait 36 manœuvres de Genève à Arles, dont 24 de Lyon à Arles, avec pertes de temps inhérentes, est inacceptable pour la navigation. Enfin, des chalands de 1.000 à 1.200 tonnes sont trop grands pour la nature du trafic à espérer. C'est pour échapper à ces graves imperfections que la Chambre de Commerce de Marseille soutient la solution du canal latéral, telle que la fournit le projet de MM. Girardon et Arnaud, en date de 1907, aménagé pour chalands de 600 tonnes, avec une vitesse de 0 m. 10 par seconde, et réservé à la circulation vers l'amont, le trafic de descente devant s'effectuer par le fleuve. On sait que ce projet avait été écarté par le Conseil Général des Ponts et Chaussées ; il estimait les charges de ce canal hors de proportion avec les bénéfices qu'on pouvait en attendre. La Chambre de Commerce de Marseille et M. Henri Brenier se sont donc attachés à combattre cette objection.

Le coût du canal latéral, entre Lyon et Arles, sur 270 kilomètres, était évalué, en 1907, à 505 millions de francs. En multipliant cette somme par le coefficient 7, pour tenir compte de la stabilisation du franc et du renchérissement des prix de revient, les protagonistes du canal latéral, estiment la dépense à faire pour sa réalisation à 3.500 millions en nombre rond. Bien que les incroyables dévastations de la guerre et le désordre économique qui s'en est suivi nous aient familiarisés avec les milliards, cette somme peut paraître considérable en elle-même. D'autant plus qu'elle ne représente qu'une partie de l'aménagement ; les travaux de Lyon à la frontière suisse pour la force seule l'augmentent déjà d'un autre milliard ; la section d'Arles à Port-de-Bouc reste en dehors de ce chiffre ; et le recours au fleuve pour le trafic à la descente implique certaines sujétions d'installation et d'entretien qui viendront l'augmenter. Aussi la Chambre de Commerce de Marseille a-t-elle cherché le moyen d'en réduire l'importance. Elle l'a trouvé dans ce que la loi du 27 mai 1921 vise formellement, par son article 6, divers articles de la loi du 6 novembre 1918, sur l'expropriation pour cause d'utilité publique. Or, cette dernière étend le bénéfice de l'expropriation « non seulement pour les superficies comprises dans le périmètre des ouvrages projetés, mais encore pour toutes celles qui seront reconnues nécessaires pour assurer à ces ouvrages leur pleine valeur immédiate ou d'avenir ». Dans ces conditions la Chambre considère qu'on pourrait élargir l'emprise faite pour le canal sur un certain nombre de points choisis entre Lyon et Arles, et louer les terrains ainsi expropriés pour des usines ou des magasins. La Chambre compte que cette opération immobilière permettrait de construire le canal sans frais pour la distribution de l'énergie. Quoi qu'il en soit de la possibilité et du succès de cette opération, il semble bien, à première vue, qu'une combinaison devrait absolument être trouvée pour réduire cette dépense de 3.500 millions. Car, à raison d'un amortissement sur 75 années et d'un intérêt légal de 5 o/o, elle comporte une charge annuelle de 221 millions dont 46 pour l'amortissement et 175 pour l'intérêt. Comme la prévision la plus optimiste du trafic à espé-

rer pour le canal s'élève à 6 millions de tonnes, il en résulte déjà une charge de 37 francs par tonne, soit 0 fr. 14 par tonne kilométrique, avant la perception de tout frêt de transport ; cette charge serait naturellement plus élevée pendant tout le temps que mettrait le trafic pour atteindre ces 6 millions de tonnes ; elle le resterait en permanence si ce chiffre n'était pas réalisé dans la pratique ; il est vraisemblable aussi qu'une partie de ce tonnage serait constituée aux dépens du tonnage actuellement transporté par chemin de fer, de sorte qu'il y aurait, pour l'économie nationale, une charge supplémentaire et occulte, mais difficile à chiffrer d'avance qui s'ajouterait aux 14 centimes ci-dessus calculés. On peut noter, en passant, que la régularisation du Rhône et les dépenses de simple entretien pour le trafic actuel par le fleuve, reviennent à environ 0 fr. 11 par tonne kilométrique.

Pour arriver à cette estimation de 5 à 6 millions de tonnes, les protagonistes du canal latéral sont naturellement obligés de faire certaines hypothèses sur le rayon d'attraction que pourrait atteindre le port de Marseille grâce à l'aménagement du Rhône pour la navigation. En fait, une première approximation de ce rayon est donnée par la détermination de la demi-distance entre Marseille et Rotterdam suivant l'itinéraire adopté pour la circulation. Si on considère l'itinéraire par la Saône et le seuil de Valdieu, le milieu du parcours Marseille-Rotterdam, compté pour 1.440 kilomètres, tombe entre Mulhouse et Strasbourg, à 20 kilomètres au Nord de Mulhouse. Pour l'itinéraire par les lacs Léman et Neuchâtel, compté pour 1.570 kilomètres, ce milieu tombe entre Bâle et l'Aar, à 5 kilomètres en amont de Bâle. Au point de vue strictement kilométrique, pour des marchandises au départ de Marseille et de Rotterdam, en admettant toutes choses égales d'ailleurs, la liaison du Rhône au Rhin par le seuil de Valdieu porterait donc le rayon d'attraction de Marseille jusqu'au Nord de Mulhouse englobant le Haut-Rhin et toute la Suisse rhénane. Dans les mêmes conditions, la liaison du Rhône au Rhin par les lacs de Genève et de Neuchâtel limiterait le rayon d'attraction de Marseille à quelques kilomètres sur le Rhin, en amont de Bâle, de sorte que la région de Mulhouse et de Bâle lui échapperait.

Mais cette estimation kilométrique est sensiblement modifiée par les facilités relatives de la navigation sur les diverses sections qui composent les parcours envisagés, et desquelles dépendent les prix des frêts dans ces sections. A ce point de vue, il est hors de doute que la navigation de Rotterdam à Bâle est extrêmement favorisée par rapport à celle de Marseille à Bâle. Si les frêts ne sont pas artificiellement faussés par des interventions étrangères à une économie rationnelle, cette inégalité doit avoir pour effet de refouler vers Marseille la limite d'attraction qu'on avait pu déduire de la distance. Le calcul de ce refoulement nécessiterait la connaissance exacte des frêts pratiqués sur les différentes sections et notamment de Marseille au Rhin. Mais les avantages de la navigation dans le bassin rhénan, quant aux frais de premier établissement, à la largeur des voies, à leur pente, à la jauge des chalands, à l'abondance du frêt permettent de prévoir une grande importance pour ce refoulement. En admettant un avantage de 50 o/o au profit des frêts dans le Bassin du Rhin, qui n'a rien d'excessif *a priori*, je calcule que les zones d'attraction de Marseille et de Rotterdam seraient limitées à Mâcon pour le parcours par la trouée de Valdieu et dans le lac de Neuchâtel même pour le parcours par ce lac.

La Chambre de Commerce de Marseille envisage les conséquences à son profit d'une communication intérieure entre le Haut-Rhin et le Haut-Danube. Dans cette éventualité, le rayon d'attraction de Marseille par rapport à Sulina serait susceptible d'atteindre Vienne, capitale de l'Autriche. En tenant compte de la communication entre le Rhin moyen et le Haut-Danube par le Main et le canal Ludwig, le partage des zones d'attraction de Marseille et de Rotterdam suivant l'itinéraire Mayence-Ulm-Constance se ferait vers Dillingen. Des considérations analogues à celles qui ont été exposées ci-dessus pour les communications du Rhône au Rhin seraient de nature à réduire le rayon d'attraction de Marseille sur ces deux itinéraires, mais dans une proportion moindre.

Ces résultats s'appliquent aux marchandises en provenance originelle de Marseille ou de Rotterdam. Pour celles qui ont déjà effectué un trajet maritime avant d'arriver à l'un de ces deux ports, il est évident que les conditions du problème sont différentes et varient beaucoup suivant le port d'embarquement de la marchandise. Prenons seulement quelques exemples:

De Port-Saïd à Marseille, il y a 3.000 kilomètres ; il y en a 6.200 de Port-Saïd à Rotterdam, par Gibraltar. Le trajet de Marseille à Rotterdam par Valdieu mesure 1.440 kilomètres ; de Port-Saïd à Rotterdam par Marseille, le Rhône et le Rhin, on compte donc 4.440 kilomètres, soit 1.760 de moins que par Gibraltar et le Pas-de-Calais. Dans ces conditions, il n'est nullement exclu que le frêt de Port-Saïd à Rotterdam par le Rhône ne soit pas inférieur au frêt de Port-Saïd à Rotterdam par Gibraltar. L'avantage du transit par le Rhône s'imposerait alors pour toutes les destinations de Marseille à Rotterdam par le Rhône et le Rhin.

De Tunis à Marseille nous avons 1.000 kilomètres, et de Tunis à Rotterdam 4.100 par Gibraltar. De Tunis à Rotterdam par Marseille et le Rhône, la distance s'abaisse à 2.440, soit 1.660 de moins. Mêmes conclusions que pour les provenances de Port-Saïd.

De Tanger à Marseille la distance est de 1.300 kilomètres, contre 2.600 de Tanger à Rotterdam par le Pas-de-Calais. Tanger à Rotterdam par Marseille et le Rhône mesure donc 2.740 kilomètres. Ici, la différence de 140 kilomètres n'est pas suffisante pour avantager l'itinéraire total par le Rhône. C'est vers Mayence que serait limitée la zone d'attraction de Marseille. Il en serait à peu près de même pour les provenances de Casablanca et de Buenos-Aires.

Pour les marchandises venant de New-York l'attraction de Rotterdam refoulerait celle de Marseille jusqu'au confluent du Doubs et de la Saône.

On arriverait aux mêmes résultats pour les transports en sens inverse.

En somme, pour les ports à l'Est du méridien d'Oran, il y aurait économie probable, de Marseille à Rotterdam inclus, à transiter par le Rhône et le Rhin plutôt que par Gibraltar. A mesure que le port d'embarquement ou de débarquement des marchandises se déplace vers l'Ouest à partir d'Oran, l'avantage à suivre l'itinéraire du Rhône va en diminuant ; pour Tanger, pour Casablanca, pour Buenos-Aires, il est limité aux environs de Mayence. Pour New-York il est limité au confluent du Doubs et de la Saône.

En supposant que la communication entre le Haut-Rhin et le Haut-Danube soit ultérieurement réalisée, c'est vers Dillingen, entre Ulm et Ratisbonne, que s'établirait probablement la séparation entre les zones d'attraction de Marseille et de Sulina.

Cet examen montre que l'intérêt du canal du Rhône pour Marseille est bien plus effectif à l'égard du frêt en provenance ou à destination de la Méditerranée et des mers plus lointaines qu'à l'égard du transit du frêt en provenance de l'Océan Atlantique et surtout des produits rhodaniens et rhénans.

Il faut remarquer cependant que ces délimitations des zones d'attraction de Rotterdam et de Marseille n'ont rien d'absolu. Les délimitations réelles dépendraient, en effet, du coût final des voies navigables entre les deux ports, du prix de revient de la navigation sur ces voies et des frêts qui seraient pratiqués en conséquence. Ces frêts pourraient d'ailleurs se trouver faussés, dans une plus ou moins grande mesure, par les interventions coutumières des Etats intéressés pour faire supporter à leurs contribuables une plus ou moins grande partie des dépenses d'installation et d'exploitation, au lieu de les laisser équitablement à la charge des usagers. On peut aussi appréhender les influences perturbatrices des droits de douane et des primes à l'exportation. Ces errements, qui créent des conditions arbitraires pour la navigation, aussi bien que pour la production et pour le commerce, sont de nature à bouleverser les prévisions qu'on peut logiquement fonder sur les circonstances naturelles et sur une exploitation rationnelle.

Un autre facteur qui peut agir efficacement pour modifier les zones d'attraction des deux parts, c'est l'ingéniosité que les exploitants de ces ports et les entreprises de navigation qui les desservent, aussi bien par mer qu'à l'intérieur, peuvent apporter dans l'abaissement de leurs prix de revient et de leurs tarifs. Sur ce point, il semble dès maintenant que le port de Marseille ait un gros effort à faire. Car, malgré les importants privilèges dont il bénéficie par rapport aux ports du Nord, absence de brouillards, absence de marées, inutilité des dragages, les frêts au départ de la Méditerranée pour Marseille sont souvent aussi coûteux, ou même davantage, que pour les ports de la Manche et de la Mer du Nord. C'est ainsi qu'on cotait en juin 1931 les frêts suivants, en francs et par tonnes, au départ de Tunis :

Marchandises	Destination				
	Marseille	Bordeaux	Rouen	Dunkerque	Anvers
Blé, maïs.....	60,50	60	55	60	60
Avoine.....	73,25	65	60	»	60
Orge.....	65,26	60	55	»	60
Vins.....	80, »	»	65	73	100
Phosphates,....	30, »	»	34	»	»

Si cet état de choses devait se perpétuer, il y aurait là de quoi réduire singulièrement et même annuler d'avance les avantages qu'on a pu relever ci-dessus en faveur de Marseille, pour le transit transeuropéen par voie d'eau.

VII. — Possibilités commerciales du canal latéral au Rhône.

Les renseignements publiés sur la navigation du Rhône sont assez fragmentaires et difficilement comparables d'une période à l'autre. Tantôt ils sont exprimés en tonnage moyen, tantôt en tonnage total, alors que, seul, le premier mode d'évaluation a une signification certaine. Le tonnage moyen, qui était de 634.000 tonnes en 1855, tomba à 310.000 en 1865 ; il était de 289.000 tonnes avant la guerre, dont 159.000 à la montée et 130.000 à la descente du fleuve ; en 1917, il atteignait 322.000 tonnes. Depuis la guerre, on indique le tonnage total, 859.000 tonnes pour 1923, année d'activité exceptionnelle, 370.000 pour 1929. En 1923, Marseille a reçu 69.000 tonnes par le Rhône et en a ex-

pédié 114.000 par la même voie, ensemble 183.000. La même année, Lyon en recevait 137.000 et en expédiait 84.000, ensemble 221.000. Le trafic de bout en bout n'est pas connu, ni probablement relevé. Telles sont les données insuffisantes qu'on communique sur le mouvement de la batellerie du Rhône. On admet que, moyennant quelques améliorations, ce fleuve pourrait permettre une circulation totale de 1.000.000 à 1.200.000 tonnes, fournie presque uniquement par le trafic intérieur français.

En 1925, M. Marchal, Directeur général de la Compagnie générale de navigation Le Havre-Paris-Lyon-Marseille, estimait qu'on pouvait envisager « sans optimisme exagéré » un trafic total de 3.400.000 tonnes pour le canal du Rhône au Rhin, mis au gabarit de la péniche de 300 tonnes, dont 1.500.000 tonnes au moins pour la section de Strasbourg à Mulhouse et Bâle, 800.000 pour la section de Mulhouse et Bâle à Besançon et 1.100.000 pour la section de Besançon à la Saône. Autant qu'on peut en juger, il ne semble pas qu'il y ait lieu d'additionner les tonnages correspondant à chaque section. On voit donc que, exception faite de la première de ces sections, laquelle est en dehors du bassin du Rhône, cette estimation ne dépasse pas le maximum ci-dessus évalué pour la circulation possible sur ce fleuve. Un pareil tonnage n'exigerait donc pas la création d'un canal latéral au Rhône.

Aussi, pour démontrer la nécessité de ce canal, la Chambre de Commerce fait-elle intervenir au premier plan les possibilités de trafic international qui naîtraient de l'existence du canal latéral. Et elle calcule que, dans quelques années, cette création serait susceptible d'amener au port de Marseille un trafic supplémentaire, montée et descente, de 5 à 6 millions de tonnes par an.

Nous sommes là en pleine hypothèse, et on aimerait que cette estimation fût étayée par une documentation objective dont on pourrait discuter les éléments. Par ce que nous avons établi ci-dessus au sujet des zones respectives d'attraction de Marseille et de Rotterdam, il est bien probable que l'exploitation du canal latéral au Rhône serait susceptible d'accroître la zone de Marseille, surtout pour les marchandises en provenance ou à destination de l'Extrême-Orient, du Proche-Orient, de la Méditerranée et du Sud-Atlantique. Le cas n'est pas douteux, par exemple pour les pétroles, venant de la Mer Noire et de l'Extrême-Orient, plus tard de Tripoli de Syrie, et dont les tanks, incapables de prendre un frêt de retour, auraient tout avantage à se voir libérer de leur chargement dès Marseille, pour regagner leur port d'embarquement, en vue d'un nouveau voyage, tandis que le pétrole serait acheminé vers l'intérieur par la voie du Rhône au Rhin. Encore conviendrait-il de déterminer approximativement le tonnage et la valeur des marchandises qui donnent ainsi lieu à des conclusions favorables.

Pour beaucoup d'éléments de ce trafic, il apparaît qu'on ne pourrait les amener aux voies d'eau intérieures qu'en les détournant des voies maritimes et des voies ferrées. Dès lors, la question se pose de savoir s'il y a un intérêt national et international à ce détournement. Cet intérêt ne saurait résulter que d'une économie certaine dans les frais de transport, compte tenu de toutes les données du problème sans exception, susceptible de provoquer un abaissement du prix des marchandises considérées aux lieux de destination.

Finalement, c'est bien là le critérium qui doit permettre en dernier ressort d'apprécier objectivement l'utilité du canal latéral du Rhône pour ce qui concerne la navigation. Il y a donc matière à une étude extrêmement vaste et complexe, qui ne semble pas avoir été faite, pour discriminer, dans le trafic éventuel du canal, d'une part ce qui correspondrait à un détournement du trafic actuel, soit au détriment des longs courriers, soit au détriment des chemins de fer, d'autre part ce qui correspondrait à un trafic supplémentaire résultant des facilités nouvelles de transport, offertes par le canal.

Faute d'une semblable étude préalable, on reste nécessairement dans une incertitude d'autant plus regrettable que les sommes à exposer dans cette grande œuvre seront plus considérables.

VIII. — Possibilités comparées du canal latéral au Rhône et du chemin de fer.

Ces observations nous conduisent à examiner quelques-uns des arguments et des chiffres qui ont été avancés pour établir l'avantage des canaux sur les chemins de fer en général, et du canal latéral au Rhône sur la voie ferrée Lyon-Marseille en particulier. La plupart de ces arguments et de ces chiffres négligent certaines des données du problème et la comparaison s'en trouve faussée au préjudice des transports par chemin de fer.

L'erreur capitale consiste à décharger les usagers des canaux des dépenses de premier établissement et d'entretien pour les faire supporter à l'ensemble des contribuables, alors que les usagers des voies ferrées acquittent, dans les tarifs qui leur sont imposés, toutes les charges analogues des chemins de fer. Toute juste comparaison entre les deux modes de trans-

port doit donc éliminer cette erreur fondamentale.

Une comparaison rigoureuse est rendue impossible parce que nous ne connaissons pas la dépense totale que nécessitera l'aménagement du Rhône pour la navigation. Et la comparaison, même limitée à certains aspects particuliers du problème, souffre de ce que les chiffres relatifs au chemin de fer sont mathématiquement connus, tandis que les chiffres relatifs au canal sont purement hypothétiques et se prêtent facilement aux prévisions optimistes.

Nous avons vu que, dans le cas du canal latéral au Rhône, l'évaluation approximative d'une dépense de 3.500 millions avait déjà pour effet de grever le transit de 37 francs par tonne, soit 0 fr. 14 par tonne kilométrique pour les 270 kilomètres du canal. Comme la solution du canal latéral implique le maintien de la descente par le fleuve, cette dépense serait augmentée, dans une proportion actuellement inconnue, par les aménagements que cette obligation exigerait pour le débarquement et l'embarquement des marchandises au cours de la descente.

Il n'est pas possible de faire entrer dans la comparaison le bénéfice de l'opération immobilière projetée pour réduire le montant de la dépense, car si une opération de ce genre est légale et réalisable pour la création du canal, elle ne le serait pas moins pour la création d'une voie ferrée ou pour son amélioration en vue de résister à une concurrence nouvelle.

Toute comparaison entre le canal latéral et la voie ferrée doit être strictement limitée à la longueur du canal, car, pour le parcours total de Lyon à Marseille, il y aurait non seulement à tenir compte des dépenses afférentes aux 270 kilomètres du canal latéral, mais encore au canal circulaire de Lyon et à la liaison d'Arles avec Marseille.

Enfin, on peut se demander pourquoi cette comparaison implique l'hypothèse d'un doublement de la voie de Lyon à Marseille. D'abord parce que les 5 à 6.000.000 de tonnes fortuitement évaluées pour le trafic du canal latéral seraient, pour une bonne partie, reprises au trafic actuel du chemin de fer ; ensuite, parce qu'il semble difficile de croire que, pour faire face au tonnage réellement nouveau, inclus dans ces 5 à 6.000.000 de tonnes, ce doublement soit inévitable. En effet, il n'y a pas moins de quatre voies, convergentes sur Marseille, pour assurer ce transport supplémentaire : Clermont-Ferrand à Marseille, Lyon-Marseille par la rive droite du Rhône, Lyon-Marseille par la rive gauche et Grenoble-Marseille. Comment ces quatre voies ne suffiraient-elles pas, suivant le rythme de leur développement normal, à cet accroissement de trafic, qui ne saurait être que progressif, alors que nous voyons en Tunisie des lignes à voie unique et étroite, assurer l'évacuation de 2 à 3 millions de tonnes, et de bout en bout, sur 250 ou 300 kilomètres ? La comparaison de la création du canal latéral et du doublement de la ligne Lyon-Marseille, telle qu'elle est exposée dans l'article de M. Brenier, semble donc passablement forcée. Et plus encore en admettant que ce doublement de voie ferrée entraînerait une dépense kilométrique égale à celle qui fut engagée pour la ligne Paris-Lyon-Marseille de l'origine au 1er janvier 1913, multipliée par le coefficient 5, soit 6.125.000 francs.

Néanmoins, en admettant ces hypothèses extrêmes, on calcule que, sur la base de 3.500 millions pour 270 kilomètres de longueur, un kilomètre de canal coûterait 12.963.000 francs. Un kilomètre de chemin de fer coûterait 6.125.000 francs. D'où une économie de 6.838.000 francs par kilomètre à l'avantage du chemin de fer, soit pour 270 kilomètres, une économie totale de 1.846.260.000 francs, non compris les frais d'aménagement du canal circulaire de Lyon et du fleuve en vue de la navigation à la descente.

L'entretien du canal est évalué à 2.500 francs par kilomètre et par an ; celui du chemin de fer à 5.600 dans les mêmes conditions. Ceci constituerait une économie de 3.100 francs par kilomètre, à l'avantage du canal, représentant une économie annuelle de 837.000 francs. Il faudrait tout de même 2.206 ans pour que la réalisation de cette économie d'entretien finisse par compenser l'excédent, en capital seulement, de 1.846.206.000 francs, que je viens de calculer ci-dessus au détriment du canal. Mais il faut noter aussi que, de 1878 à 1912, la régularisation du Rhône a coûté, sur 283 kilomètres de long, 225 millions de francs de notre monnaie actuelle, soit 7 millions par an, ou 24.735 francs par kilomètre et par an, et que 1.514.000 francs par an, soit 5.350 francs par kilomètre et par an, y ont été dépensés pour son simple entretien ; celui-ci est reconnu d'ailleurs comme très insuffisant, et on constate notamment que le nombre des jours de mouillage au-dessus de 1 m. 40 est descendu de 345 jours avant la guerre à 305 en 1928. Or, l'utilisation du fleuve à la descente, pour une circulation en progrès, exigerait le maintien et même l'augmentation de ces dépenses. On voit que l'économie apparente de 3.100 francs sur l'entretien à l'avantage du canal serait largement engloutie par l'entretien du fleuve. Rappelons, en passant, que ces dépenses de régularisation et d'entretien grèvent la navigation du Rhône d'environ 0 fr. 11 par tonne kilométrique.

En ce qui concerne les dépenses d'exploita-

tion, le prix de revient et les frêts des deux modes de transport, les comparaisons qu'on fournit à l'appui du canal latéral ne sont pas moins défectueuses. On néglige que ces caractéristiques comprennent pour les chemins de fer plusieurs éléments qu'il n'est pas d'usage de prendre en charge pour les canaux. En outre, tandis que les prix moyens des chemins de fer se réfèrent au transport de toutes les catégories de marchandises, des plus précieuses au plus communes, les prix moyens des canaux sont surtout établis d'après les marchandises qui recourent le plus habituellement à leurs services et qui sont, pour la plupart, des marchandises de faible valeur. Aussi, quand on indique un prix moyen de transport de 0 fr. 075 à 0 fr. 0875 par tonne kilométrique pour les canaux contre 0 fr. 2422 pour les chemins de fer, il ne faut pas perdre de vue cette circonstance qui fausse absolument la comparaison. On remarquera, par exemple, que le tarif P.V. n° 7, chapitre I, pour le charbon, de Béthune à Paris-la Chapelle, sur une distance de 235 kilomètres, c'est-à-dire pour une marchandise et sur un parcours tout à fait qualifiés à l'égard d'une comparaison entre les deux modes de transport descend jusqu'à 28 fr. 582, soit 0 fr. 122 par tonne kilométrique. La différence apparente est déjà beaucoup moins forte qu'on ne le prétendait. Mais surtout, il faut relever le prix de transport sur canaux de l'incidence des dépenses que le prix de transport par chemin de fer est seul à supporter. Dans le cas du canal latéral au Rhône, nous avons vu qu'on devait compter, de ce chef, au moins 0 fr. 14 par tonne kilométrique pour l'amortissement et l'intérêt des dépenses de premier établissement, 0 fr. 11 pour la régularisation et l'entretien du fleuve. Dans ces conditions, le prix moyen du transport par canal passerait à 0 fr. 33 contre 0 fr. 24 pour le chemin de fer ; et, plus probablement, suivant le cas susvisé du transport de charbon, on aurait 0 fr. 33 par tonne kilométrique dans le canal, contre 0 fr. 12 sur le chemin de fer.

Si donc la solution du canal latéral au Rhône paraît admissible lorsqu'on s'en tient à la comparaison entre les frêts par eau suivant les itinéraires par Gibraltar d'une part, et par le Rhône d'autre part, il n'en est plus de même quand on la compare équitablement à ce que peut réaliser dès maintenant le transport par chemin de fer. L'avantage économique est très largement acquis à la voie ferrée.

On déduit de là que, si le canal latéral au Rhône était réalisé et si le trafic y atteignait les 6 millions de tonnes qu'on a pu escompter, les contribuables français supporteraient, suivant la nature des marchandises qui emprunteraient le canal, une charge annuelle de 146 à 340 millions, à laquelle ils échapperaient si ces transports étaient effectués par chemin de fer. C'est une moyenne de 240 millions pour la seule section de Lyon à Arles. Avec les charges analogues pour les sections du Bas-Rhône, de Lyon en Suisse et de Lyon au Rhin par la Saône, il est bien probable que la charge correspondante approcherait de 700 millions.

Le fait que le canal du Rhône serait construit par la Compagnie nationale du Rhône ne changerait pas grand'chose à ces prévisions, car le capital-actions de cette Compagnie sera, en majorité, constitué par des collectivités sans ressources propres, qui se procureront les fonds nécessaires au moyen de taxes d'un caractère fiscal. Il en résultera seulement que, pour ce capital, la charge sera plus lourde pour les membres des collectivités intéressées, puisqu'elle pèsera uniquement sur leurs épaules au lieu d'être répartie sur celles de tous les contribuables français, comme pour les autres canaux. Quant aux obligations garanties par l'Etat, et qui peuvent atteindre neuf fois le montant du capital-actions, elles rentrent dans le cas général. Ces modalités ne sont évidemment pas celles d'une souscription ordinaire où les charges et les risques sont individuellement limités aux souscripteurs volontaires.

IX. — Conclusions.

Ainsi, les facteurs géographiques et commerciaux justifient la prétention de Marseille à l'extension de l'arrière-pays qui alimente l'activité de son port. Ils s'accordent pour démontrer la logique et l'intérêt d'un développement constant des échanges entre les bassins du Rhône et du Rhin au bénéfice commun du port de Marseille et des régions desservies. Aucune impossibilité technique ne s'oppose à la réalisation d'un tel programme.

Les initiatives des intéressés, au premier rang desquels figure la Chambre de Commerce de Marseille, et les autorités compétentes qui ont assumé le rôle de les coordonner, ont abouti à une solution qui comporte l'aménagement intégral du Rhône, au triple point de vue des irrigations agricoles, de l'utilisation de la force motrice hydraulique et de la navigation.

Le programme des irrigations et de la force motrice se ressent de l'optimisme en cours jusqu'à 1930, alors qu'on se préoccupait uniquement de produire, sans égard à la question des débouchés. Son exécution exigera donc une grande prudence pour tenir compte des rapports inévitables entre la production et la consommation, qu'on avait totalement perdus de vue.

Quant au problème de la navigation, que les commissions officielles ont entendu régler au

moyen de canaux mixtes pour la navigation et pour l'alimentation d'usines hydro-électriques, la Chambre de Commerce de Marseille intervient pour qu'il soit résolu par un canal latéral au Rhône de Lyon à Arles, pour péniches de 600 tonnes, avec maintien de la navigation dans le fleuve pour la descente.

Quand on examine la question au point de vue exclusif des voies d'eau, on constate que l'aménagement du Rhône pour la navigation n'améliorerait pas la situation de Marseille pour le trafic intérieur en provenance ou à destination de la France, de l'Allemagne et de la Suisse rhénane. Par contre il étendrait très sensiblement sa zone d'attraction pour les marchandises en provenance ou à destination de la Suisse rhodanienne, de la Méditerranée, du Proche et de l'Extrême-Orient, du Sud-Atlantique; il serait capable de la porter, dans certains cas, jusqu'à Rotterdam même et le plus souvent jusque vers Mayence.

Mais si on fait intervenir dans la question la considération des transports concurrents par voie ferrée, en tenant équitablement compte des charges totales qui doivent incomber à chacun des deux modes de transport, ce qu'on ne fait pas en général quand on étudie le coût des transports par canaux, on arrive facilement à établir que les transports par voie ferrée sont en réalité beaucoup plus économiques que les transports par le canal latéral au Rhône et par le fleuve. Sur la base des prévisions actuelles pour le coût du canal latéral et pour le tonnage à transporter, on peut évaluer approximativement à près de 700 millions la charge annuelle supplémentaire qu'exigerait le transport par eau de ce tonnage par rapport à ce qu'il coûterait si on l'assurait par voie ferrée. Cette charge supplémentaire serait susceptible d'une forte augmentation si les prévisions formulées pour les dépenses et pour le trafic n'étaient pas réalisées.

Dans ces conditions, il apparaît comme antiéconomique de chercher dans un canal latéral au Rhône la solution du problème posé par le développement du port de Marseille et par l'extension de son arrière-pays. La véritable solution du problème consiste dans l'utilisation au maximum des voies ferrées qui relient Marseille à l'intérieur de la France, aussi bien qu'à la Suisse rhodanienne et au bassin du Rhin, et dans le développement de leur capacité de transport en relation avec les exigences croissantes du trafic.

LES DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A BASSE TENSION

PROTECTION CONTRE LA FOUDRE ET CONTRE LES COMMUNICATIONS AVEC LES INSTALLATIONS A HAUTE TENSION(1)

par Charles LEDOUX

(fin)

VII. — Réalisation d'une protection complète.

Un réseau de distribution se compose d'un certain nombre d'éléments constitutifs : postes de transformation, lignes (divisées elles-mêmes en un certain nombre de sections), branchement et installations intérieures. Si un des éléments est atteint par la foudre il peut réagir sur les autres. Il est donc indispensable de protéger chacun d'eux de telle manière que la foudre trouve toujours, dans le voisinage immédiat du point de chute, un chemin d'écoulement au sol beaucoup plus facile que celui consistant à suivre les lignes.

On doit donc envisager comme autant de problèmes à la fois connexes et distincts : la protection des postes de transformation, celle des lignes, celle des branchements, celle des

(1) Voir le numéro de la *Revue Scientifique* du 28 novembre.

installations intérieures. L'observation d'une proportionnalité entre les installations à protéger et les appareils de protection détermine, pour ces derniers, trois types d'appareils : le premier pour les postes de transformation et les lignes, le second pour les branchements d'abonnés, le troisième pour les installations intérieures.

La protection des postes de transformation doit comprendre :

1° Sur le côté haute tension : une protection complète dont nous nous réservons de parler prochainement dans cette revue ;

2° Un paratonnerre ;

3° Sur le côté basse tension :

a) Une mise à la terre du neutre effectuée directement ou tout au moins par l'intermédiaire d'un cardew ; on peut avoir intérêt à reporter cette mise à la terre sur les lignes à une certaine distance du poste ;

b) Un jeu de parafoudres du type industriel placé de préférence en dehors du poste ;

c) Accessoirement, un jeu de bobines de self-induction.

La protection des lignes doit être assurée par des jeux de parafoudres échelonnés sur leurs parcours et combinés avec mise à la terre directe du fil neutre, lorsque la distribution en comporte un. La protection ainsi assurée est d'autant plus efficace que le nombre de chemins d'écoulement offerts à la foudre est plus grand car le rayon d'action d'un coup de foudre est d'autant plus réduit. Le parafoudre de la figure 11 convient parfaitement pour cet usage.

La protection des branchements d'abonnés doit être telle qu'elle offre à la fois un obstacle à la propagation de la foudre vers l'installation intérieure et un chemin d'écoulement au sol. Elle doit comprendre, sur chaque fil, une bobine de self-induction et un parafoudre plus sensible que celui des lignes, placés à l'extérieur des maisons, à l'endroit où le branchement traverse le mur de façade. Si le neutre du réseau est à la terre il doit être réuni directement au sol. Ainsi la foudre frappant une ligne ou une dérivation ne risque pas d'étendre ses méfaits chez un nombre considérable d'usagers, car elle est immédiatement dérivée au sol en un grand nombre de points, à l'entrée même des installations intérieures.

Le protecteur de branchement J.D.L. décrit

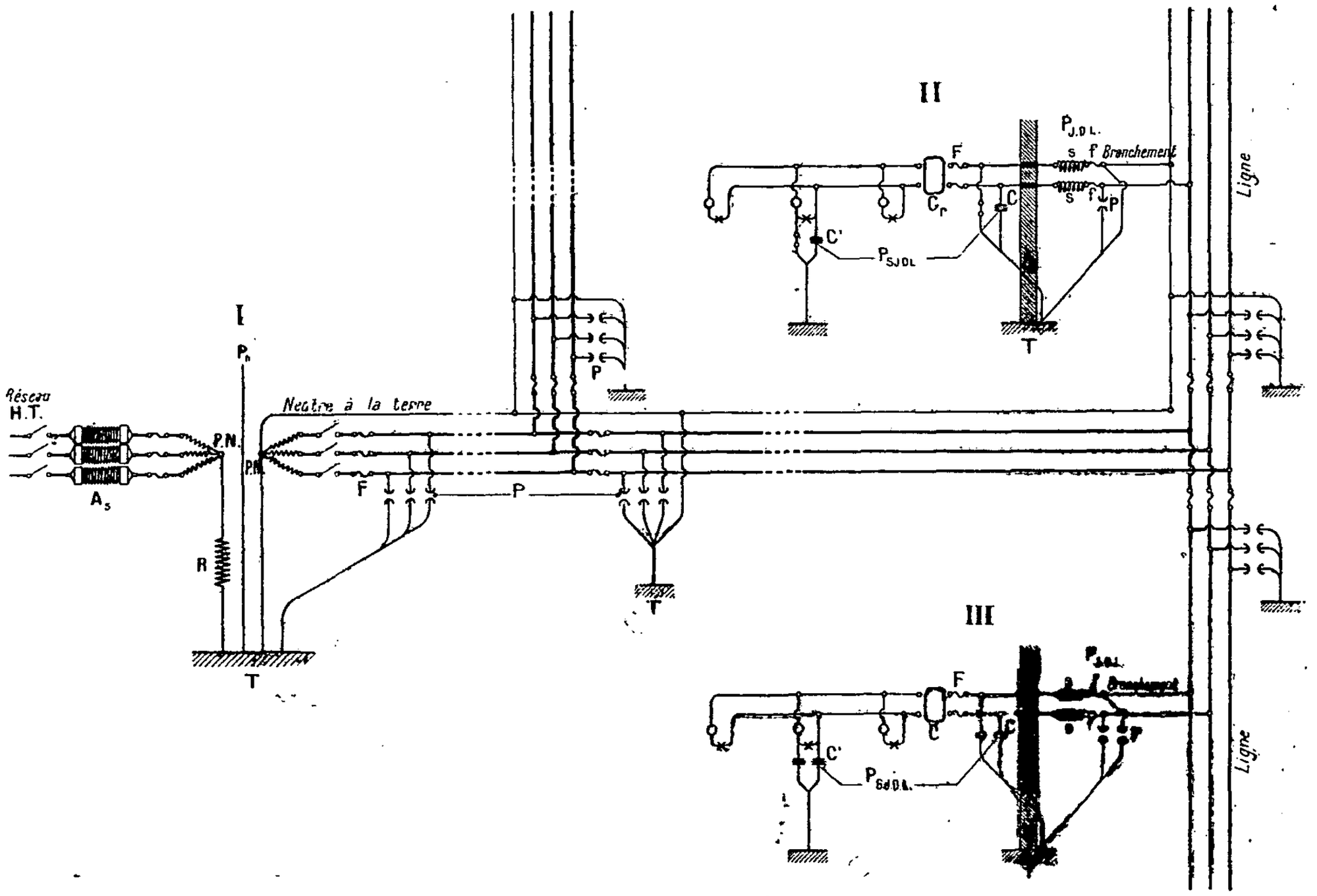


Fig. 11. — Réseau de distribution triphasé à basse tension avec protection complète contre la foudre et les contacts accidentels avec les installations à haute tension. — I. Poste de transformation ; II. Installation d'abonné dans le cas d'une distribution entre phase et neutre ; III. Installation d'abonné dans le cas d'une distribution entre phases.

au paragraphe suivant est spécialement conçu en vue de cet usage.

La protection des installations intérieures doit être assurée par de petits parasurtensions très sensibles répartis dans l'installation, de telle sorte qu'ils constituent à la fois les points de plus faible isolement et les circuits les plus directs d'écoulement au sol. La sécurité est ainsi renforcée et complétée de manière à prévenir le cas, d'ailleurs peu probable, où le protecteur extérieur ne réussirait à arrêter que partiellement une décharge particulièrement violente, telle que la chute de la foudre sur le branchement lui-même. Le protecteur J.D.L., type intérieur, décrit au chapitre suivant, est parfaitement adapté à cet usage. Son action se combine à celle du protecteur J.D.L. de branchement pour assurer la protection parfaite de l'installation intérieure en cas de contact entre la haute et la basse tension que le neutre du réseau soit isolé ou à la terre.

La protection d'un réseau de distribution à basse tension réalisée suivant les procédés que nous venons d'exposer répond au schéma de la figure 11 dont l'examen montre clairement que toute perturbation en un point quelconque par la foudre est aussitôt circonscrite et réduite au minimum. Ce schéma, établi dans le cas le plus courant, d'une distribution triphasée peut être aisément adapté à un mode quelconque de distribution (monophasé ou continu).

La successivité des barrières opposées à la foudre avant qu'elle puisse pénétrer chez l'abonné est la garantie la meilleure que l'on puisse obtenir. Toutes les mesures de protection que nous conseillons rentrent dans le cadre des règlements administratifs fixant les conditions auxquelles doivent satisfaire les installations.

VIII. — Méthode et appareils de protection J.D.L. pour branchements et installations intérieures.

Cette méthode, imaginée et brevetée par MM. P. Juppont, C. Dauzère et Ch. Ledoux, consiste à réaliser la partie du schéma de la figure 11 relative à l'installation d'abonné.

Dans le cas où la distribution comporte un neutre réuni à la terre, la protection comprend :

1° A l'extérieur de l'habitation :

a) Un parafoudre p sur le fil de phase et une mise à la terre directe du fil neutre ;

b) Un fusible f et une bobine de self-induction s sur chaque fil pour empêcher la propagation de la foudre ;

2° A l'intérieur de l'habitation :

a) Sur le panneau de compteur, une mise à la terre directe du fil neutre et un parasurtension C sur le fil de phase ;

b) Des parasurtensions C' placé en divers points de l'installation suivant les conditions particulières à celle-ci.

La foudre peut donc s'écouler au sol à l'extérieur de l'habitation et, si elle a pénétré en partie dans l'installation intérieure malgré la bobine s, elle peut encore s'écouler par le parasurtension C placé sur le panneau du compteur et les parasurtensions C' répartis dans l'installation intérieure.

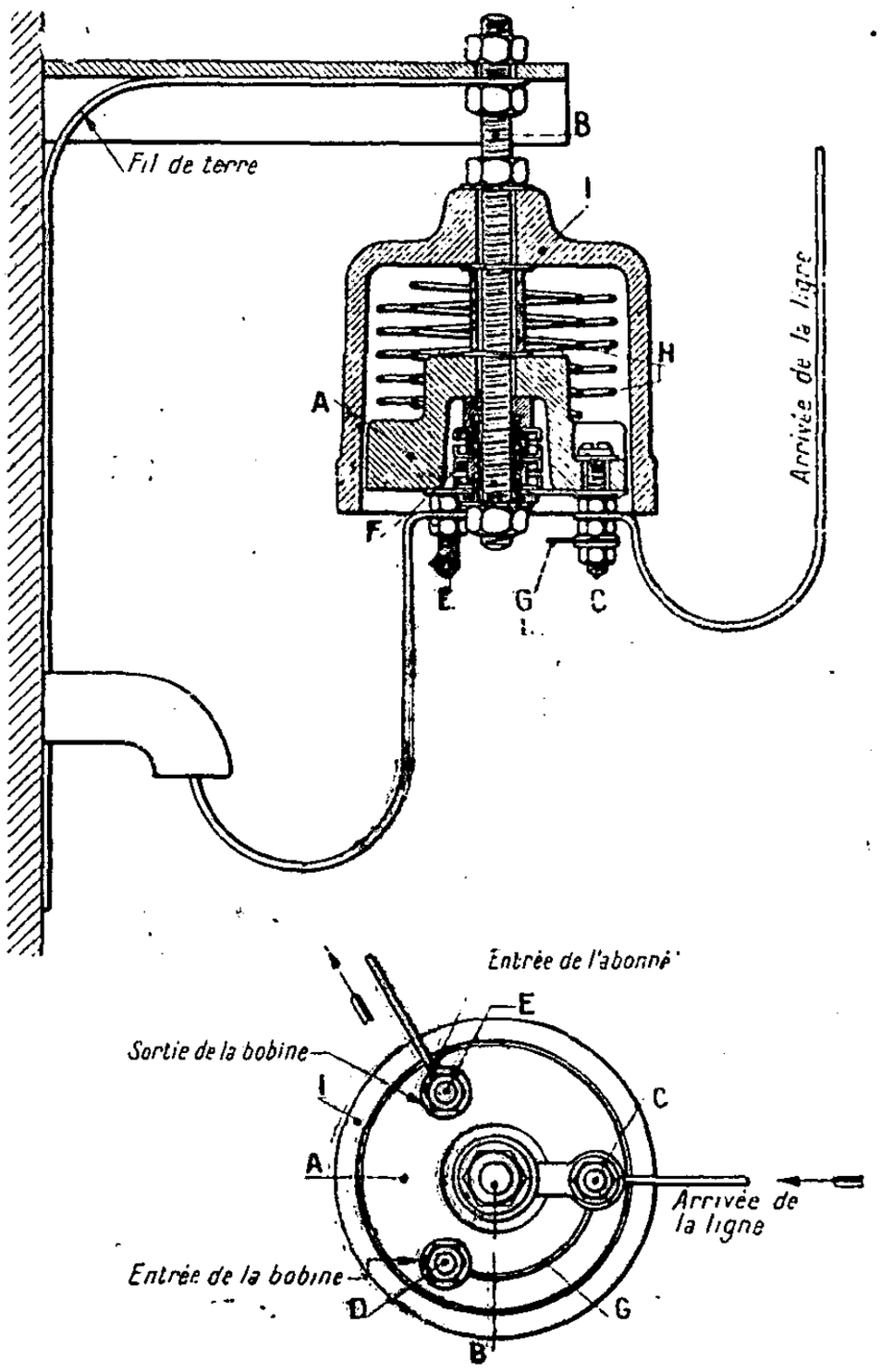


Fig. 12. — Vue en coupe d'un protecteur combiné J.D.L. pour branchement.

S'il s'agit d'un contact entre les installations à haute et basse tension et que la mise à la terre des lignes n'ait pas suffit à maintenir le potentiel du réseau à une valeur suffisamment basse, les parasurtensions C et C' qui sont très sensibles réunissent l'installation au sol, créant un court-circuit qui fond les fusibles f et sépare l'installation intérieure du réseau.

Dans le cas d'une distribution avec neutre isolé ou sans neutre le système est analogue et la protection réalisée dans le cas précédent sur le fil de phase est reproduite sur chacun des fils de branchement. Le fonctionnement de-

meure le même et l'utilité des parasurtensions C et C' est encore plus grande en cas de contact entre les installations à haute et à basse tension.

Cet ensemble très complet de protection serait encombrant et difficile à réaliser proprement si les divers éléments n'étaient groupés.

Le protecteur de branchement combiné J.D.L. (1) réunit en un appareil unique les divers éléments de protection du branchement. Il est réalisé en unipolaire ainsi qu'il est indiqué sur les figures 12, 13 et 14. Une pièce en porcelaine A sert de support aux différents éléments de l'appareil. Elle est traversée par une tige filetée B qui sert de masse et assure la fixation de l'appareil. Elle porte, en outre, à sa partie inférieure, trois bornes C, D, E qui servent à connecter les différents éléments. La borne C est reliée au réseau, au parafoudre F

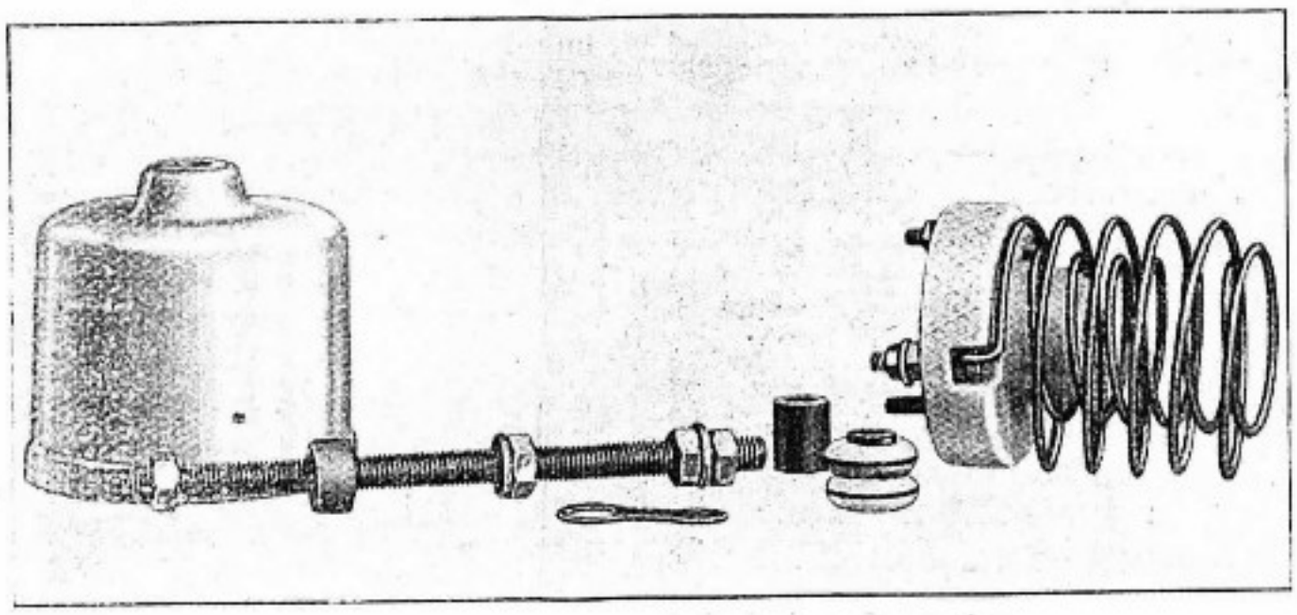


Fig. 13. — Elément d'un protecteur J.D.L. pour branchement.

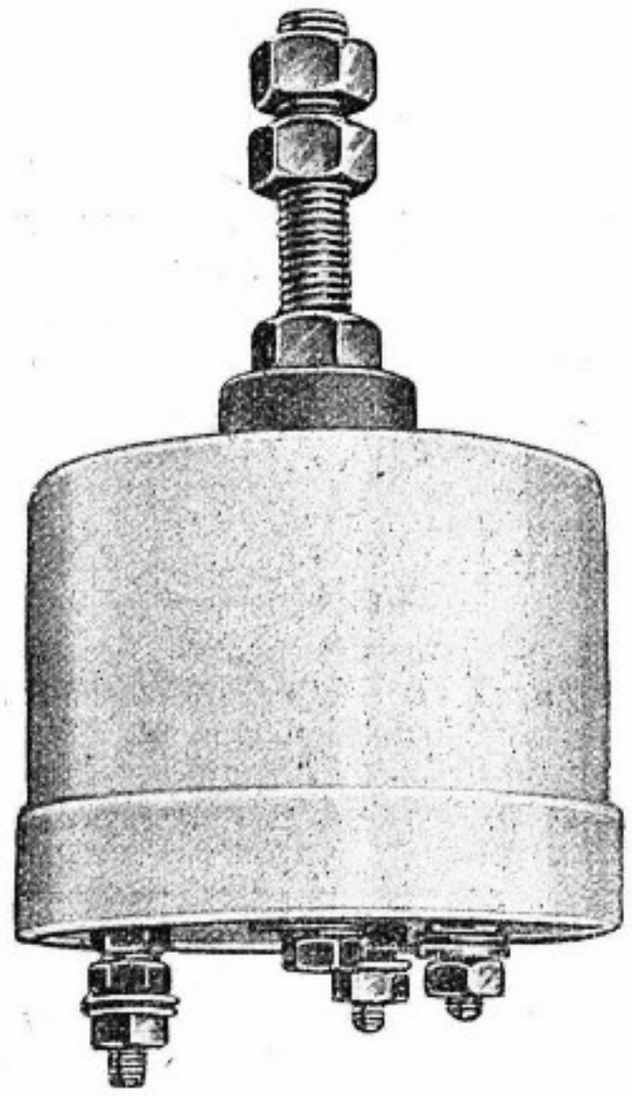


Fig. 14. — Vue extérieure d'un protecteur J.D.L. pour branchement.

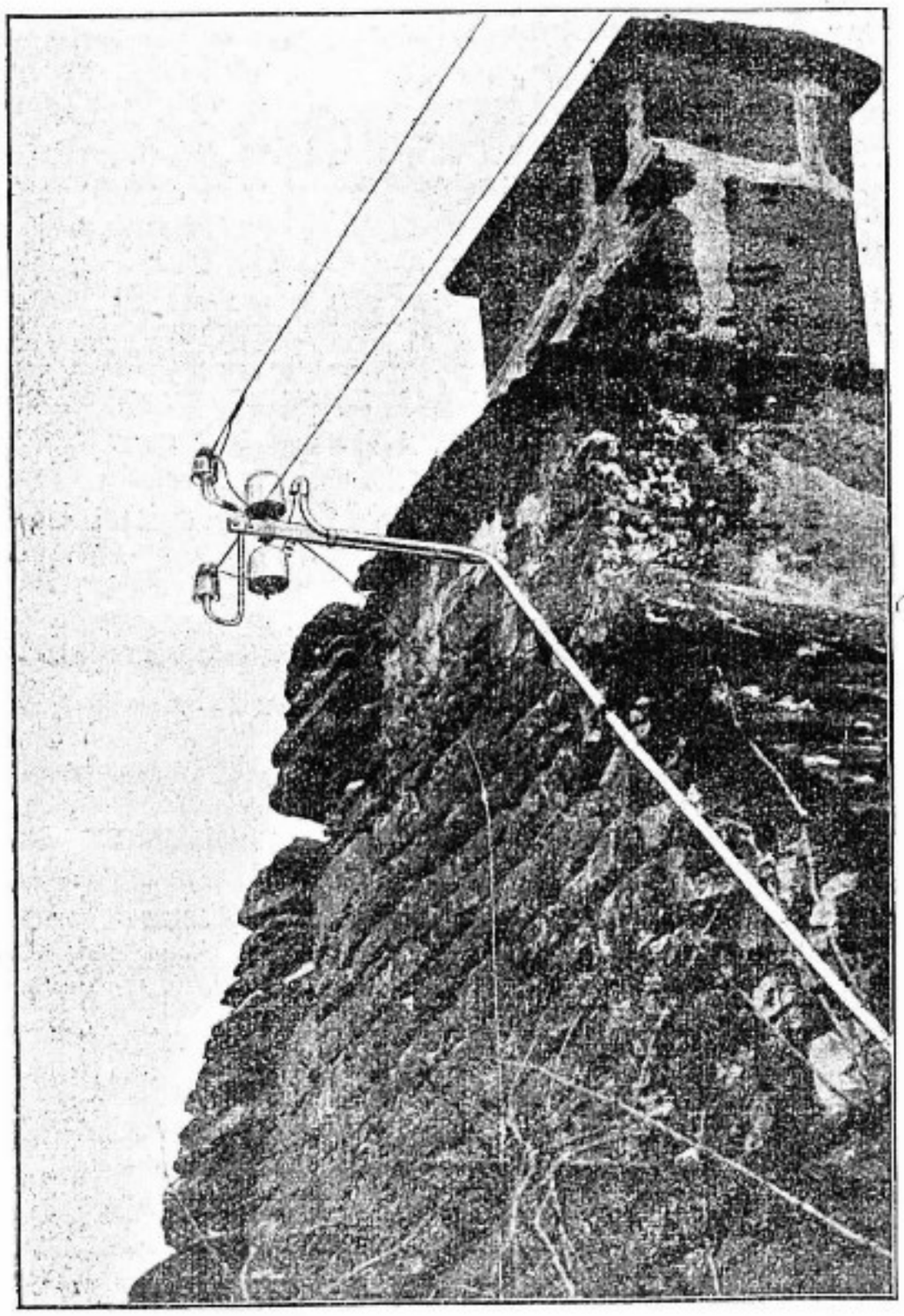


Fig. 15. — Branchement d'abonné avec projecteurs J.D.L. montés sur la même ferrure.

(1) Cet appareil, breveté en France et à l'étranger, est construit en France par les Et. D. Soulé, de Bagnères-de-Bigorre.

et au fusible G. Aux deux bornes D et E sont reliées les extrémités de la bobine de self-induction H à deux couches concentriques. La borne D est reliée, d'autre part, au fusible C, la borne E à l'installation intérieure. Une cloche de porcelaine I recouvre le tout et assure la protection des divers éléments contre les intempéries. Le parafoudre F à disques est

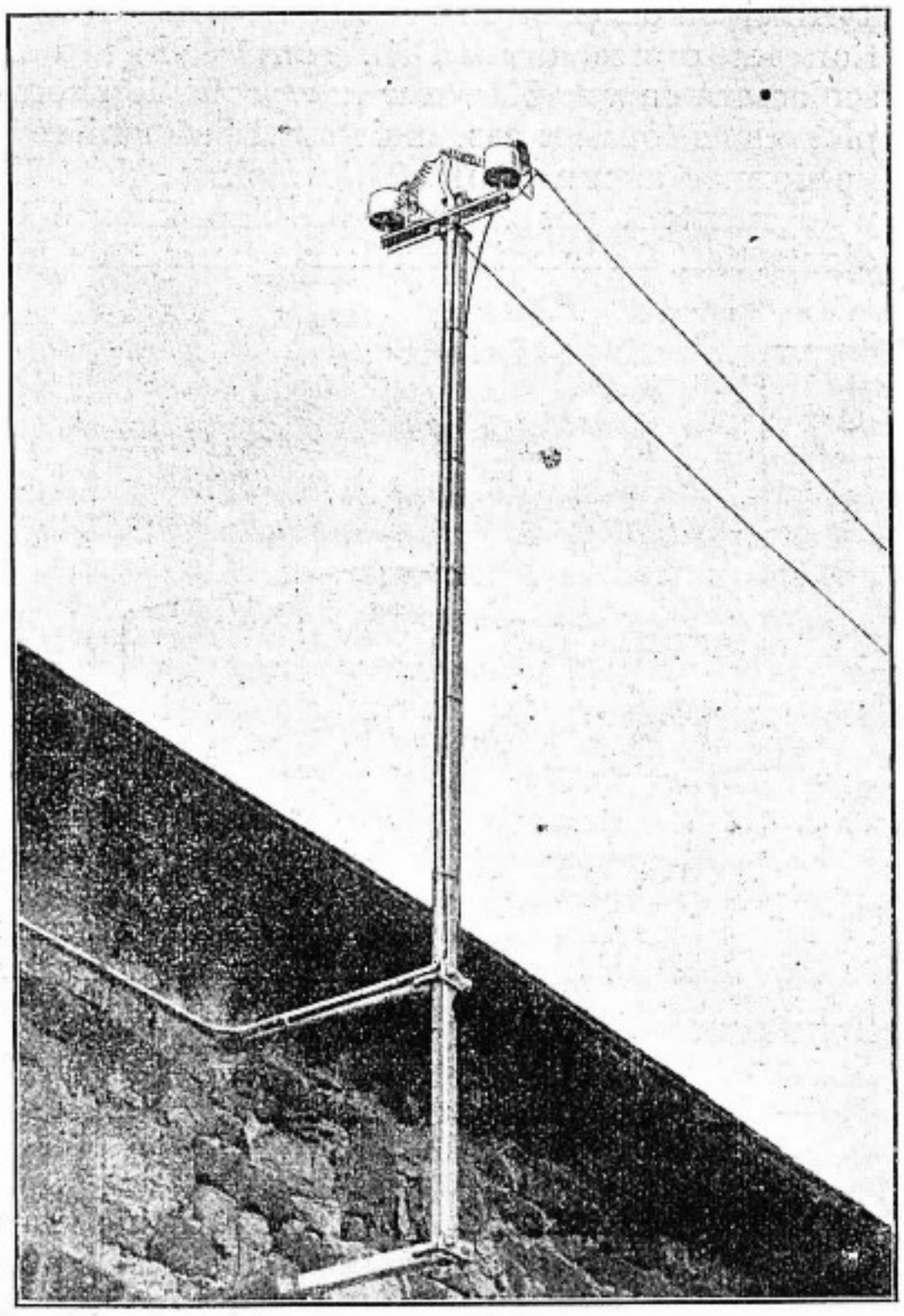


Fig. 16. — Branchement d'abonné avec protecteur J.D.L. montés sur un potelet.

d'un type analogue à celui de la figure 10, et présente les mêmes avantages de robustesse et de sécurité, malgré que sa tension d'amorçage ait pu être abaissée à 1.500 volts environ.

Les divers éléments du protecteur J.D.L. de branchement peuvent être vérifiés et remplacés très facilement. En particulier si le fusible G est fondu, on s'en aperçoit sans rien démonter et son remplacement est très aisé. Ce fusible G peut remplacer complètement le fusible aérien du branchement.

La tige filetée B qui traverse l'appareil et sert de fixation peut dépasser indifféremment au-dessus ou au-dessous du protecteur qui peut donc être placé suivant les dispositions locales au-dessous ou au-dessus de la ferrure qui le supporte. Pour les branchements à deux fils on peut même placer sur la même tige filetée deux appareils l'un au-dessus l'autre au-dessous de la ferrure support ainsi qu'il est représenté sur la figure 15. Il est toujours très aisé de placer les protecteurs J.D.L. soit en façade des maisons, soit sur les potelets des branchements (fig. 16).

Lorsque le neutre est réuni à la terre, à l'entrée du branchement on peut utiliser l'appareil dans lequel on supprime le parafoudre, la barette réunissant l'arrivée (borne C) étant alors reliée directement à la masse (tige B).

Le protecteur J.D.L. est beaucoup plus complet qu'un parafoudre ordinaire et cependant son prix très bas demeure inférieur à celui de bien des parafoudres. Il peut donc être largement diffusé. Il est peu encombrant et d'une présentation élégante.

Le conducteur reliant à la terre les protecteurs combinés J.D.L. peut être en fil de cuivre nu. Sa section doit être supérieure à celle du fil constituant le branchement et jamais inférieure à 12 mm² (fil de 40/10) afin de lui assurer une tenue mécanique et une conservation suffisantes. Pour éviter les détériorations

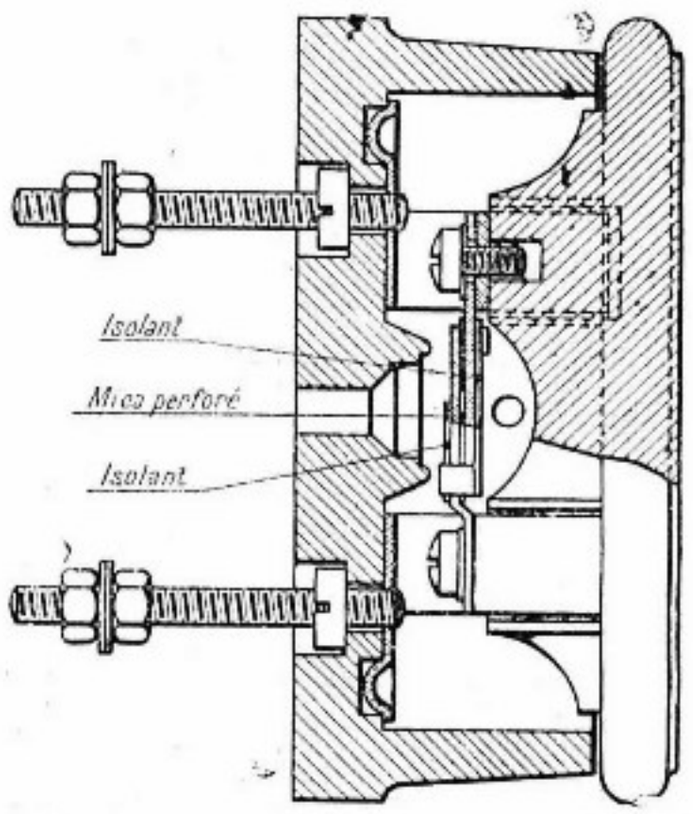


Fig. 17. — Vue en coupe d'un parasurtension J.D.L. pour installations intérieures.

mécaniques, on peut recouvrir le fil de descente d'une latte de bois.

Les parasurtensions J.D.L. d'intérieur (1) sont montés, ainsi que l'indiquent les figures 17 et 18 dans des coupe-circuits à tabatière en porcelaine. Le parasurtension proprement dit comprend deux électrodes métalliques séparées par une lame diélectrique mince perforée et accrochées l'une sur l'autre avec interposition

(1) Ces appareils, brevetés en France et à l'étranger, sont construits par les Et. D. Soulé, à Bagnères-de-Bigorre.

d'un isolant qui les empêche de se toucher. Il constitue ainsi un bloc robuste, fixé sur la partie interne du couvercle de la tabatière au moyen des deux vis qui d'ordinaire maintiennent le fusible.

Lorsque le protecteur doit être placé sur le panneau de compteur, avant ce dernier, le socle est disposé pour recevoir des prises arrière et l'appareil est plombable. Lorsqu'il doit être placé dans l'installation de l'abonné, le socle est disposé pour recevoir des prises avant comme dans les coupe-circuits ordinaires.

Les parasurtensions J.D.L. d'intérieur peuvent être aisément vérifiés et remplacés. Leur sensibilité est très grande et leur permet d'assurer la sécurité, même lorsque les parafoudres des lignes et ceux des protecteurs de branchement, qui sont moins sensibles, n'ont pas fonctionné.

Il est très avantageux, en vue de la permanence du service, de reporter dans l'installation intérieure le protecteur le plus sensible, car une perforation a alors pour résultat de priver de courant un seul abonné et non l'ensemble du réseau. Si même c'est un parasurtension placé dans l'installation intérieure qui fonctionne, il n'entraîne que la fusion du fusible correspondant et l'abonné peut remplacer lui-même le parasurtension et le fusible.

Etant donné le prix très bas des parasurtensions J.D.L., pour installations intérieures on a intérêt à en placer non seulement sur la planchette du compteur, mais aussi dans l'installation elle-même, en particulier aux points qui s'approchent du sol (interrupteurs, prises de courant) ou de conduites d'eau, ou encore, dans les installations rurales, sur toutes les lignes qui sortent de l'habitation principale et alimentent les dépendances. L'emploi de cette mesure très simple permet de supprimer des accidents du genre de ceux dont les figures 6 et 7 montrent les effets, car la foudre peut alors passer directement au sol à travers les protecteurs.

Le conducteur reliant à la terre un parasurtension J.D.L. d'intérieur doit se diriger directement vers le sol dans lequel il doit être noyé si possible. Il peut rejoindre la prise de terre du branchement si elle n'est pas à une distance trop considérable. Sa section doit toujours être supérieure à celle du conducteur sur lequel on dérive le protecteur et jamais inférieure à 7 mm² (fil de 30/10), afin qu'il ne puisse être trop facilement détérioré.

Ainsi qu'on peut en juger par cette description les protecteurs J.D.L. sont établis non seulement en vue d'assurer une protection complète dans tous les cas, mais aussi de manière à ne donner aucun ennui à l'exploitant dont ils n'augmentent pas la tâche de surveillance et d'entretien. Leur coût très faible permet de généraliser leur emploi. La protection des réseaux se trouve alors réalisée de manière parfaite par la multitude même des points d'écoulement.

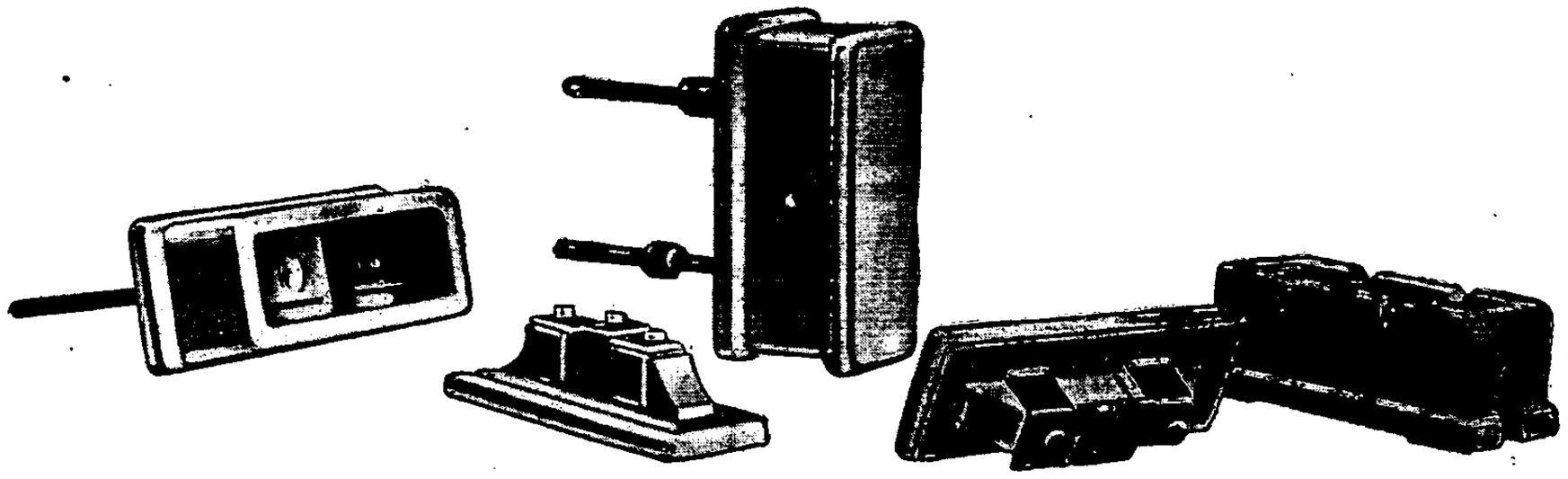


Fig. 18. — Parasurtensions J.D.L. d'intérieur.

IX. — Réalisation des prises de terre.

Les diverses mesures de protection que nous avons préconisées au cours des paragraphes précédents comportent l'utilisation de nombreuses prises de terre. Notre exposé ne serait donc pas complet si nous n'indiquions pas comment les réaliser pratiquement.

Il convient de distinguer les prises de terre destinées à laisser passer un courant pendant un temps appréciable (terres pour point neutre) et celles destinées à laisser passer un courant pendant un temps extrêmement court, c'est-à-dire écouler une quantité d'électricité faible (terre pour paratonnerres et appareils de protection). Dans le premier cas la prise de terre doit avoir une résistance faible et une capacité de débit suffisante pour que sa résistance n'augmente pas sensiblement avec la durée de passage du courant. Dans le second cas, il s'agit simplement de capter à la surface du sol où elles se trouvent concentrées les charges négatives qui neutraliseront les charges positives transportées par l'éclair ; la condition essentielle est alors

de réaliser une prise de terre ayant un bon contact avec la surface du sol, la résistance de la prise n'ayant aucune importance. Dans de très nombreux cas une même prise de terre sert à plusieurs usages et doit remplir simultanément l'ensemble de ces conditions.

La nature du sol varie d'une région à l'autre et même d'un point à l'autre. La réalisation pratique des prises de terre doit donc varier avec les conditions locales. Il n'est pas toujours possible d'obtenir les conditions requises dans tous les sols et l'on est amené à recourir à divers artifices.

Enfin les questions économiques ont une importance très grande surtout dans les réseaux ruraux. Les solutions adoptées doivent donc être aussi peu coûteuses que possible.

Dans ces conditions, il ne nous est pas possible de donner une règle fixe valable dans tous les cas. Nous examinerons donc un certain nombre de cas typiques parmi lesquels l'exploitant trouvera facilement la solution à adopter.

Pour constituer une prise de terre de faible résistance il ne faut, en aucun cas, utiliser des lits de coke ou de charbon de bois qui vont généralement à l'encontre du but cherché en desséchant le sol et en diminuant le contact avec les plaques de terre. L'emploi de plaques en tôle galvanisée ou en tôle de cuivre n'est généralement pas recommandable, surtout lorsque ces plaques sont placées horizontalement et non verticalement, car elles adhèrent mal au sol. Il est préférable d'employer deux ou plusieurs petites plaques qu'une plaque unique, de surface équivalente ou même supérieure.

Lorsque le sol est profond, la solution la meilleure est d'enfoncer verticalement des tuyaux en fer de quatre à six centimètres de diamètre et de un à quatre mètres de longueur, terminés en bas par une pointe. On peut associer ainsi plusieurs tubes en parallèle, en les éloignant suffisamment les uns des autres pour que la résistance résultante soit sensiblement proportionnelle à l'inverse du nombre de tubes. Les connexions au conducteur de terre se feront par des brides placées de préférence à dix centimètres au moins au-dessus du niveau du sol afin d'éviter les corrosions, à moins qu'elles ne soient protégées par un revêtement bitumeux.

Lorsque le sol est peu profond, comme dans les pays de montagne où la terre arable a fréquemment une épaisseur de quelques centimètres à peine, il est plus difficile et quelquefois impossible de réaliser une prise de faible résistance. Le même procédé ne pouvant être utilisé, le plus simple est alors de noyer, à la surface du sol, des conducteurs rayonnant autour du conducteur de terre (fig. 19). Les conditions locales seules doivent indiquer la profondeur, la direction, la longueur de chaque conducteur. Si une dépression, une mare, un ruisseau existe dans le voisinage immédiat, on doit y amener un conducteur et les longer sur une longueur de plusieurs mètres. On peut employer du ruban, du fil ou du câble de cuivre, étamé de préférence pour le préserver de l'oxydation. La section n'a qu'une importance secondaire au point de vue électrique, mais si l'on veut être certain de la conservation des conducteurs dans le sol, il n'est pas prudent de descendre au-dessous de 25 mm². Les conducteurs en fer peuvent être employés, mais il est bon de leur donner une section au moins égale au double de celle des conducteurs de cuivre, si l'on veut leur assurer une durée suffisante.

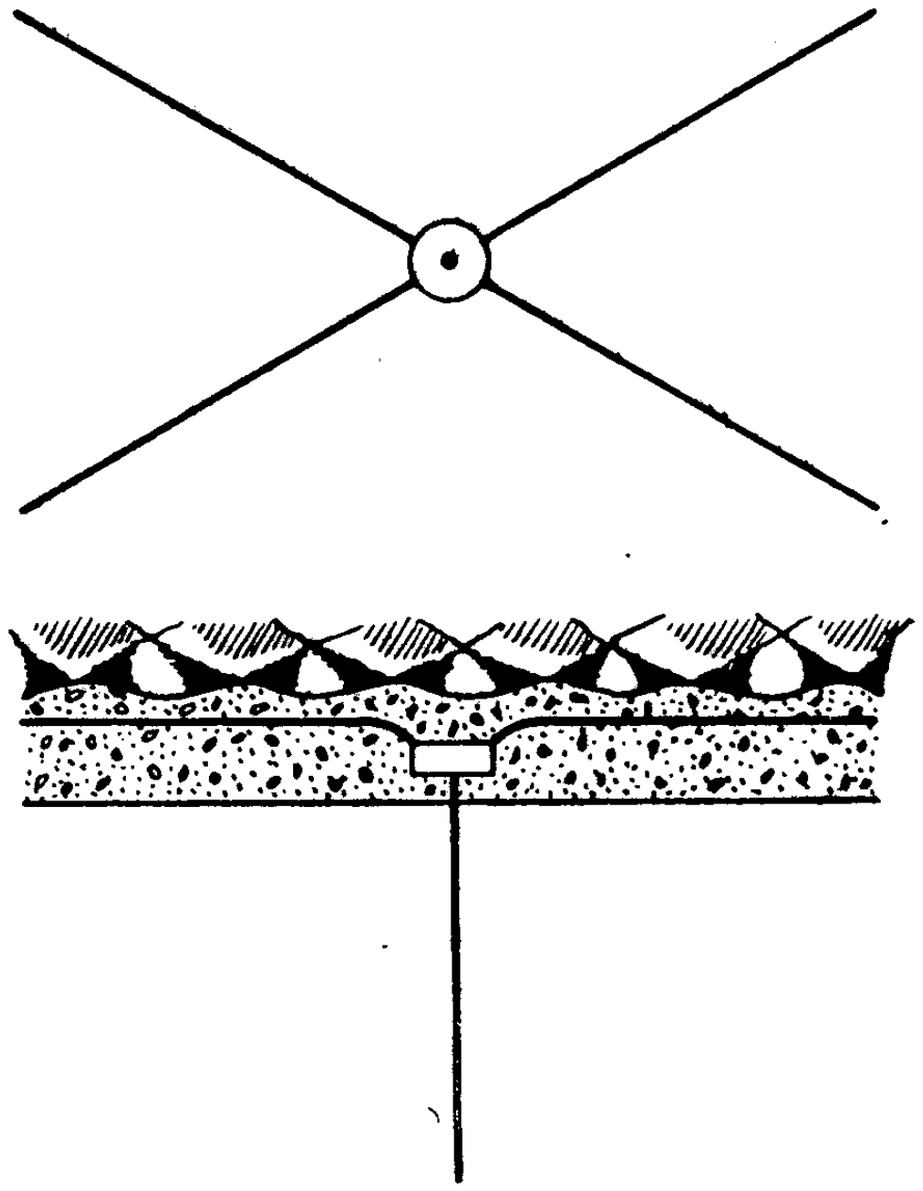


Fig. 19.
Disposition schématique d'une prise de terre en surface par conducteurs rayonnants noyés dans le sol.

Lorsqu'il existe une distribution d'eau, par tuyaux métalliques noyés dans le sol, il suffit d'y relier les conducteurs de terre par des joints à serrage mécanique ou soudés, soigneusement exécutés et protégés des corrosions par un revêtement bitumeux. Lorsqu'il n'existe qu'une distribution de gaz, il est préférable de ne pas se servir des tuyaux pour prises de terre en raison des dangers d'incendie. A l'intérieur des habitations, on doit même s'efforcer de ne faire voisiner ni le conducteur de terre, ni l'installation électrique avec les conduites de gaz.

Pour réaliser une prise de terre uniquement en vue d'écouler la foudre au sol (prise de terre pour paratonnerres, parafoudres, protecteurs J.D.L. de branchement et d'intérieur), la résistance n'a pratiquement aucune importance du moment que l'on a réalisé un large contact avec la surface du sol.

On ne doit donc jamais réaliser de telles prises de terre autrement qu'au moyen de conducteurs rayonnants noyés à une profondeur variant de 10 à 40 cm. Si l'on redoute que les conducteurs placés trop près de la surface du sol ne viennent à émerger on peut les maintenir en place au moyen de crampons enfoncés dans le sol. Le procédé n'a jamais donné le moindre ennui tandis que l'on peut citer un grand nombre de cas où la foudre a quitté, au niveau du sol, un conducteur de terre relié à une prise de terre de très faible résistance, mais établie en profondeur. La réalisation des prises de terre de paratonnerres, par plaques noyées au fond de puits est surannée et doit être abandonnée.

Pour fixer les idées on peut employer, pour une prise de terre destinée à un branchement d'abonné ou à un jeu de parafoudres en ligne avec la mise à la terre du neutre, du câble de cuivre étamé de 30 mm² ou du feuillard de cuivre étamé de 20 × 1,5 mm. ou 30 × 1 mm., la longueur variant de 8 à 16 mètres (suivant la nature du terrain) répartie en deux tronçons ou plus autour du conducteur de descente.

Lorsqu'une même prise de terre est destinée à plusieurs usages, on peut, suivant les conditions locales, combiner les deux systèmes par pieux métalliques et conducteurs en surface ou employer seulement ce dernier procédé en ayant soin de donner aux conducteurs une section et une longueur convenables.

Dans un poste de transformation où l'on doit réaliser plusieurs mises à la terre différentes, on peut utiliser soit une prise de terre unique, soit plusieurs prises de terre indépendantes. Si le neutre basse tension est à la terre en de nombreux points et ne comporte aucune coupure (schéma de la fig. 11) ou si la tige à haute tension comporte un fil de terre relié à de nombreuses prises, la résistance correspondant à l'ensemble de toutes les prises en parallèle est toujours faible et l'on peut alors utiliser sans inconvénient une prise de terre unique soigneusement réalisée. Une excellente solution consiste à ne pas mettre le neutre b. t. à la terre au poste de transformation mais seulement sur les lignes. Si le neutre est isolé ou s'il n'y a pas de neutre la question est un peu plus délicate, et l'on peut adopter deux prises de terre séparées, l'une réservée au côté haute tension (parafoudres et neutre) l'autre au côté basse tension et aux ferrures.

Sur les lignes à basse tension, on peut employer une prise de terre unique pour les jeux de parafoudres placés sur les fils de phase et la mise à la terre du neutre. A cette même prise de terre on peut très bien relier un paratonnerre à la simple condition que le fil de descente du paratonnerre soit distinct jusqu'au niveau du sol.

Dans les installations d'abonnés la même prise de terre placée sous le branchement peut servir pour les protecteurs J.D.L. de branchement, la mise à la terre du neutre et les protecteurs J.D.L. d'intérieur, en particulier celui placé sur le panneau du compteur.

X. — Conclusions.

Si les accidents produits par la foudre augmentent de manière impressionnante avec le développement de l'électrification rurale, la situation n'est plus inquiétante puisque la méthode et les appareils que nous avons décrits apportent la solution pratique, c'est-à-dire efficace, complète et économique, du problème de la protection.

Il ne s'agit donc plus, pour l'exploitant comme pour l'usager, que d'avoir la sagesse de prévoir.

La protection des réseaux à basse tension a été assez négligée jusqu'à maintenant en raison de la rareté relative des accidents. Dans un certain nombre de réseaux peu exposés à recevoir la foudre les accidents continueront à rester rares. Mais la faible probabilité d'un risque a-t-elle jamais empêché les gens prudents de contracter une assurance, en l'espèce de protéger convenablement les réseaux ? Pour les réseaux assez exposés à recevoir la foudre (qui en France représentent bien la moitié de l'ensemble, ainsi que le montre la carte de la fig. 2), la question ne se pose même pas et l'adoption d'une protection complète est une nécessité absolue.

Les distributions d'énergie électrique constituant un ensemble intéressant à la fois exploitants et usagers, ensemble dont chaque élément réagit sur les autres, la protection complète ne peut être réalisée que par la collaboration étroite des uns et des autres, car si l'exploitant doit protéger ses lignes à haute et à basse tension, c'est à l'usager qu'il appartient de protéger son branchement et son installation intérieure, les travaux étant exécutés par l'exploitant ou tout au moins sous son contrôle. Comme dans la très grande généralité des cas l'usager est ignorant de cette nécessité, c'est à l'exploitant qu'il incombe de faire son éducation. Aussi avons-nous établi, pour faciliter sa tâche, une

très courte notice (1) à distirbuer aux abonnés afin de les inciter à demander leur protection particulière.

En dehors de l'utilisation de la méthode de protection que nous avons exposée et qui constitue le seul moyen capable de protéger effectivement et complètement les réseaux de distribution et les usagers, il n'est pas inutile de donner à ces derniers les quelques conseils suivants susceptibles de leur rendre service (2) :

1° Ne coupez jamais le courant à l'approche d'un orage, ni surtout pendant qu'il sévit parce que la coupure réalisée par l'interrupteur du panneau de compteur de saurait empêcher la foudre de pénétrer dans votre installation intérieure et que vous vous mettez ainsi en contact avec celle-ci au moment précis où la foudre peut frapper le réseau ;

2° Pour la même raison, évitez, autant que possible de toucher à votre installation pendant que gronde l'orage et si vous y touchez ne restez pas en contact prolongé avec elle ;

3° Il existe des appareils de protection pour branchements et installations intérieures dont l'utilisation, jointe aux mesures de protection déjà réalisées sur le réseau de distribution, peut assurer, dans une très large mesure, votre sécurité ; demandez-en l'installation qui n'est point coûteuse ;

4° Lorsque vous constatez sur votre installation quelque chose d'anormal, par exemple lorsque vous voyez des étincelles qui partent d'un conducteur quelconque, gardez-vous bien de toucher à votre installation et prévenez le personnel chargé de l'entretien du réseau. Si vous avez gardé tout votre sang-froid ouvrez l'interrupteur placé sur le panneau du compteur en ayant soin de vous placer sur un tabouret (ou une caisse, une table) de bois sec et en vous servant d'une tige de bois bien sec et non de vos mains ;

5° D'une manière générale lorsque vous devez toucher une pièce sous tension ayez toujours soin de placer vos pieds sur un sol bien sec (planche ou tabouret) et assurez-vous que vos mains sont bien sèches car la tension de service même lorsqu'elle n'est que de 115 volts peut être dangereuse dans certaines conditions ;

6° Si une personne est électrocutée ou foudroyée, pratiquez la respiration artificielle par pressions rythmées sur le dos de la victime à la cadence de votre propre respiration (méthode Schaffer) pendant au moins quatre heures, sans vous lasser, en attendant l'arrivée du médecin.

Nous nous sommes efforcé, dans cet exposé, de résumer, d'une manière aussi complète que possible, la technique de la protection des réseaux de distribution à basse tension contre les dangers de la foudre et des contacts avec les installations à haute tension.

Nous espérons y avoir réussi, apportant ainsi notre modeste contribution à la question de l'électrification dont l'importance est de tout premier plan.

(1) Une notice en quatre pages largement illustrée éditée par les Et. D. Soulé, à Bagnères-de-Bigorre.

(2) Nous avons actuellement en cours de préparation, en collaboration avec MM. Camichel, P. Juppont et C Dauzère, une petite brochure à l'usage des personnes (conseillers généraux, maires, conseillers municipaux et usagers) qui, sans être spécialistes, on à s'occuper plus ou moins directement des distributions d'électricité. Cette brochure donne quelques conseils très simples qui pourront améliorer la permanence du service et éviter des accidents surtout dans les réseaux ruraux.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématique

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Septembre 1931). — *Analyse.* 1. Soit

$$S_n(0)=a_0+a_1\cos 0+b_1\sin 0+\ldots+a_n\cos n0+b_n\sin n0;$$

en appliquant les procédés habituels de la théorie de la meilleure approximation, M. *Serge Bernstein* établit le théorème suivant : Si l'on a $|S_n(0)|\leqslant 1, |S_n(\alpha)|\leqslant 1$, et si l'on sait que le maximum absolu M de $|S_n(0)|$ est atteint dans l'intervalle $(0,\alpha)$, on a nécessairement $M\leqslant\left(\frac{\cos n\alpha}{2}\right)^{-1}$. en supposant $n\alpha<\pi$; l'égalité est effectivement réalisée pour

$$S_n(0)=\frac{\cos n\left(0-\frac{\alpha}{2}\right)}{\cos n\frac{\alpha}{2}}$$

2. M. *M. Ghermanesco* donne diverses propriétés des fonctions métaharmoniques [fonctions satisfaisant à l'équation $(\Delta^n+\lambda_1\Delta^{n-1}+\ldots+\lambda_{n-1}\Delta+\lambda_n)\,u=0$]. Ces fonctions vérifient une relation intégrale simple et l'équation précédente peut admettre des solutions complexes s'annulant sur une hypersphère.

3. M. Julia a démontré que l'ensemble des points où une famille de fonctions holomorphes de plusieurs variables cesse d'être normale possède la même structure que l'ensemble des points singuliers essentiels d'une fonction holomorphe. M. *Walter Saxer* étend ces recherches aux fa-

milles de fonctions méromorphes de plusieurs variables. Après avoir défini les points irréguliers essentiels (et non essentiels) d'une famille normale, il montre que l'ensemble des premiers points jouit des propriétés que M. E. E. Levi a établies pour l'ensemble des points singuliers essentiels d'une fonction méromorphe. Ce résultat entraîne des conséquences analogues à celles des théorèmes de MM. Hartogs, E. E. Levi et G. Julia.

Mécanique analytique. M. *Lucien Féraud* poursuit ses intéressantes recherches sur la périodicité des mouvements voisins d'une position d'équilibre stable. Il écrit les équations du mouvement sous la forme de Birkhoff

$$\frac{d\xi_i}{dt} = \xi_i M_i \qquad \frac{d\eta_i}{dt} = -\eta_i M_i \qquad (i = 1, 2, \ldots s)$$

et montre que la totalité des mouvements périodiques appartenant au voisinage de certains points de conditions initiales peut être répartie en un ensemble dénombrable de familles continues. Puis il étudie le cas d'une forme normale réduite simple; dans un certain espace représentatif, le lieu des points périodiques est un ensemble dénombrable de droites, et ce point représentatif est caractéristique de la période.

Hydrodynamique. Précédemment M. *Henri Poncin* avait indiqué les différents mouvements pour lesquels une cavitation formée au sein d'un fluide parfait peut subsister indéfiniment, sans altération de forme. Dans sa Note actuelle il donne quelques résultats relatifs au mouvement du fluide autour d'une cavitation de cette nature.

Balistique. Comme l'indique M. *Depreux*, les deux faits démontrés par M. Gabeaud dans la résistance de l'air à l'arrière des projectiles (discontinuité pour $V = A_0$ et point anguleux pour $V = 2A_0$) correspondent au même phénomène physique : d'un côté la circulation ne peut se propager à une vitesse supérieure à A_0; d'un autre côté la vitesse des éléments fluides en rotation ne peut dépasser A_0 sans créer une discontinuité.

René Garnier.

Physique

Maximum de concentration aux températures élevées des composés endothermiques. — On désigne sous le nom de composés endothermiques ceux qui sont formés avec absorption d'énergie à partir des molécules des éléments. C'est le cas, par exemple, de l'oxyde azotique :

$$N^2 + O^2 = 2\ NO - 43.000\ \text{cal.}$$

Appliquant à la formation de ces corps les lois de la mécanique chimique relatives aux réactions reversibles, on avait cru pouvoir conclure à l'accroissement constant de leur concentration par élévation de la température. Or, M. Briner et ses collaborateurs ont établi que, dès qu'on atteint les températures suffisamment élevées, il faut considérer aussi la dissociation des molécules d'éléments en leurs atomes; c'est ainsi que l'on a :

$$N^2 \rightarrow N + N \text{ et } O^2 \rightarrow O + O.$$

Mais, la plupart des réactions, qui étaient exothermiques à partir des molécules deviennent endothermiques à partir des atomes, par exemple :

$$N + O = NO + 148.500\ \text{cal.}$$

De ce fait, la concentration des corps dits endothermiques devra diminuer quand la température croît.

Dans un travail récent, MM. Briner et Susz (*Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, mars-avril 1931) ont montré que la superposition des processus endothermiques et des processus exothermiques implique l'existence d'un maximum de la concentration des corps endothermiques, aux températures usuelles. Ils ont spécialement considéré la formation de l'ozone et celle de l'oxyde d'azote en raison de l'intérêt présenté par ces deux corps.

En ce qui concerne l'ozone, il résulte de l'application des lois de la thermodynamique aux réactions qui prennent naissance, que le maximum de rendement est obtenu vers 3750° et que, pour l'oxygène pris sous la pression atmosphérique, la valeur de la pression maxima de l'ozone formé est voisine de $2{,}76 \times 10^{-7}$ atm.

Dans leur mémoire, MM. Briner et Susz attirent l'attention, sur la valeur très faible de la concentration maxima de l'ozone. En préparant, ce corps au moyen d'effluves, on peut atteindre, dans des conditions déterminées, des concentrations dépassant 15 o/o; il faut en conclure que, dans la formation de l'ozone par ce moyen, les actions thermiques n'interviennent que pour une part très faible. L'ozone se forme surtout par des actions d'ordre électronique, et, pour une certaine part, probablement assez faible, par des actions photochimiques.

Le mélange azote-oxygène est beaucoup plus compliqué à étudier en raison des multiples équilibres qui peuvent s'y produire lorsqu'on le porte à des températures de plus en plus élevées. En ne tenant pas compte de la dissociation des molécules N^2 et O^2 en atomes, le calcul indique que la concentration de NO devrait croître régulièrement avec la température. C'est par un calcul incomplet de ce genre qu'ont été obtenus, par divers auteurs, les concentrations de NO jusqu'à des températures de 10.000° et plus. En tenant compte de la dissociation des molécules N^2 et O^2, on trouve que pour le mélange équinoléculaire d'azote et d'oxygène qui réalise la composition optima, la concentration maxima 13,64 o/o est atteinte à 4000°. Pour l'air, le maximum de concentration, 10,9 o/o, est obtenu à peu près pour la même température. La pression exerce une influence notable. Lorsqu'on abaisse la pression totale à 1/100 d'atmosphère, la température du maximum, pour le mélange équimoléculaire d'azote et d'oxygène, passe de 4000 à 3200° et la concentration du maximum tombe de 13,6 à 7,4 o/o.

Les décharges électriques sous forme d'arcs jaillissant dans un mélange équimoléculaire d'azote et d'oxygène sous des conditions spéciales, notamment sous pression réduite, donnent des concentrations supérieures à celles du maximum. Ainsi, comme c'est le cas pour l'ozone, la formation de l'oxyde d'azote par les décharges ne peut être due uniquement à des actions thermiques, les actions électroniques y jouent aussi un rôle important. Cependant, la part qui revient aux actions thermiques, principalement lorsqu'on se sert des arcs très chauds, est beaucoup plus grande que pour l'ozone produit au moyen de l'effluve.

« D'un point de vue général, concluent les auteurs, l'existence du maximum de concentration des corps endothermiques exclut la possibilité d'accumulation à de fortes concentrations (dans les régions très chaudes, intérieur des astres) de corps complexes endothermiques, comme l'avait proposé autrefois Arrhénius pour expliquer la production et l'entretien de la chaleur solaire ».

A. Bc.

Chimie physique

L'architecture de l'état solide. — Au cours d'une conférence Kelvin, à l'Institution of Electrical Engineers, en avril 1931, W.-L. Bragg (1) a exposé la manière dont

(1) *Nature* (de Londres), 8 août 1931.

on tente actuellement d'expliciter les structures solides, par la considération d'actions électrostatiques entre les divers ions intéressés.

Dans un solide cristallin, les ions jouissent les uns et les autres de dimensions et de charges à eux propres, leurs proportions étant fixées, d'autre part, par la neutralité électrique nécessaire de l'ensemble. Pauling a suggéré que les ions se disposent de façon à assurer, dans leurs intervalles, un minimum de l'énergie électrostatique.

Les ions négatifs, par suite de leur volume relativement grand, prédominent pour imposer la configuration de la structure et ils retiennent dans leurs interstices les ions positifs. Les lignes de force entre les ions positifs et les ions négatifs, tendent, selon le principe de Pauling, à emprunter un trajet aussi bref que possible.

C'est ainsi que les radicaux de charge négative, tels que ClO^4, $(SO^4)^2$, $(PO^4)^3$ composés d'un atome central entouré de quatre atomes d'oxygène, se trouvent, dans les sels où ils interviennent, reliés à divers ions positifs par des forces électrostatiques.

Les radicaux comportant du silicium affectent un caractère particulier. Par exemple, dans le béryl, les grosses sphères d'oxygène, négativement chargées, comprennent entre elles de petites sphères de silicium, d'aluminium et de glucinium. La condition du trajet minimum des lignes de force entraîne, pour la neutralité globale, une relation entre les charges. On trouve que l'oxygène s'associe, soit seulement à du silicium, soit à la fois à du silicium, du glucinium et de l'aluminium. Les groupes silicium-oxygène sont susceptibles de s'enchaîner sans limite, soit en longues files négativement chargées, formant des fibres, comme dans l'amiante, soit en couches comportant des ions positifs intermédiaires, et formant des lames comme dans le mica. Au silicium correspond de la sorte une classe très remarquable de composés.

Les renseignements restreints de l'analyse X suffisent pourtant, grâce au principe de Pauling, pour la compréhension de structures très complexes, le cristal étant regardé comme le résultat d'un équilibre électrostatique entre forces d'attraction et de répulsion.

Cet équilibre, d'ailleurs, est perturbable par diverses causes, telles qu'une traction classique ou encore l'action de la chaleur.

L'amplitude de vibration calorifique des atomes se déduit de l'analyse X. Les atomes, qui ne paraissent même pas demeurer immobiles au voisinage du zéro absolu, accusent déjà, à la température ordinaire, un mouvement vibratoire prononcé qui s'accentue au point de fusion. Par exemple, les atomes de sodium et de chlore, dont la distance mutuelle est $2{,}8.10^{-8}$ cm, ont à la température ordinaire, une amplitude vibratoire moyenne de $0{,}22.10^{-8}$ cm. et à 600° une amplitude vibratoire moyenne de $0{,}6.10^{-8}$ cm.

Ces notions, avec le nouveau langage qu'elles introduisent, ont le grand intérêt de synthétiser un ensemble déjà très vaste d'observations. Néanmoins, jusqu'ici, a noté W.-L. Bragg, on ne dégage que fort peu leur connexité éventuelle avec les propriétés techniques du cristal : ténacité, chaleur de formation, conductivité thermique, biréfringence, croissance relative des faces, etc...

S. V.

Hygiène

Les verres colorés employés comme chasse-mouches. — Les mouches sont un véritable fléau. Les moyens de les détruire, s'ils sont nombreux, sont loin d'être absolument efficaces. Ils gagneront à être complétés par des procédés éloignant ces indésirables des locaux que l'on veut préserver de leur atteinte. Notre confrère *Nature* signale, dans son numéro du 15 août, un procédé commode pour atteindre ce but. Il suffit de remplacer, dans les fenêtres, les vitres ordinaires par des vitres en verre coloré.

Le Prof. J.-W. Munro de Imperial College of Science and Technology vient d'effectuer des études sur les propriétés du verre « Colorex », de Chance. Ce verre, d'une teinte bleu-vert pâle, est utilisé contre le rayonnement solaire excessif; il absorbe fortement l'infra-rouge et transmet le spectre visible. Des mouches de maison exposées au soleil dans une boîte dont une moitié est fermée avec du verre Colorex et l'autre avec du verre ordinaire, montrent une préférence marquée pour le côté recouvert de verre ordinaire où l'on peut compter deux fois plus d'insectes que dans l'autre. Ce résultat a été confirmé par des essais dans lesquels les mouches n'étaient pas enfermées dans une boîte, mais attiré sous le verre par un appât convenable. Les guêpes et les abeilles réagissent comme les mouches.

On pourrait penser que la cause de la préférence ainsi manifestée réside dans la différence de température sous les deux sortes de verres, cependant, il ne se produit pas nettement d'effet positif lorsque la différence de température est causée par d'autres agents que la radiation. On peut trouver une preuve que cette action sur les insectes est due à la couleur, dans une expérience dans laquelle des abeilles étaient enfermées dans un tube de verre dont une extrémité était fermée par une lame de verre ordinaire Colorex et l'autre par une lame de verre ordinaire. En interchangeant les lames, on provoque un déplacement immédiat des abeilles vers la lame de verre ordinaire.

L'effet de la lumière colorée ne semble pas particulier à la lumière bleue. Des expériences déjà signalées dans *Nature* (vol. 125, n° 529) établissent que les mouches de maison préfèrent la lumière blanche à la lumière colorée, et que le rouge et le jaune sont les meilleurs repoussoirs, bien plus efficaces que le bleu et le vert. Cependant, le bleu convient fort bien.

Une application des plus intéressantes de cette action des verres colorés, se trouve dans l'éclairage des magasins d'alimentation, en particulier des boucheries. Comme la lumière jaune y est peu attrayante à cause de l'aspect passé qu'elle donne à la viande, le verre bleu est mieux désigné. En Hollande, l'usage du verre bleu dans les écuries a eu quelque succès.

J.-B.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

Le développement des auxiliaires sur les navires modernes. — On désigne sous l'appellation *d'auxiliaires* tous les appareils mécaniques installés à bord, destinés à l'utilisation de la coque et des machines de propulsion. La multiplication et le développement des appareils auxiliaires est une circonstance très caractéristique de l'évolution des navires modernes; elle est la conséquence de l'accroissement des dimensions, de la complication des

services, de la spécialisation des bâtiments, en un mot de l'intensification de l'utilisation demandée à l'instrument militaire ou de transport.

Les appareils de force tels que treuils, cabestans, qui existaient à bord des anciens navires à voile, étaient mus à bras, ce qui exigeait la présence d'un personnel nombreux; la vapeur apporta de suite l'avantage considérable de supprimer les manœuvres à main, ou de les réduire du moins à une fonction de secours en cas d'avarie. Dès ce moment, le rôle des auxiliaires se précisa et l'utilisation de l'électricité contribua à son tour, plus tard, à généraliser l'emploi à bord des appareils mécaniques.

Les auxiliaires se divisent pratiquement en deux catégories : les auxiliaires de coque et de pont et ceux qui sont affectés au fonctionnement des machines principales.

Les appareils affectés à l'utilisation générale de la coque sont assez divers : appareils à gouverner, guindeaux ou cabestans pour la manœuvre des ancres et le hâlage, treuils pour le levage des embarcations, ou le service des cales à marchandises, pompes diverses pour l'épuisement des cales, ou les services de lavage et d'incendie, pompes à pétrole, etc... Les appareils à gouverner, à vapeur ou le plus habituellement aujourd'hui à commande électrique, ou hydro-électrique, comptent parmi les plus intéressants du point de vue de l'ingéniosité des dispositifs. Le progrès réalisé par ailleurs dans la conception même du tracé et de la suspension du gouvernail a contribué à faire de l'appareil à gouverner un mécanisme très précis et très sûr, de conduite aisée et réalisant une économie appréciable de force motrice.

Dans un autre ordre d'idées, les ancres articulées actuelles, rentrant dans l'écuvier, ont permis de simplifier à l'extrême les manœuvres de mouillage et d'appareillage.

Voici, à titre d'exemple, l'énumération des appareils de force installés sur le *Félix Roussel*, paquebot tout récent des *Messageries maritimes*, desservant l'Extrême-Orient, qui déplace 21.000 tonnes environ et dont le port en lourd marchandises est de 7.216 tonnes. Le guindeau électrique, type *Alsthom-Duclos*, pour le relevage des ancres, donne une force au dérapage de 28 tonnes. Les cabestans de touage, de même construction, ont une puissance de 18 tonnes, avec une vitesse d'enroulement de 0 m. 20 à 0 m. 90.

Les apparaux de chargement comprennent : un mât de charge de 25 tonnes et un autre de 10 tonnes, montés respectivement sur le mât de misaine et le grand-mât, plus 6 mâts de charge de 2 t. 500, disposés pour fonctionner en débardeurs.

Les appareils de levage se composent de 8 treuils électriques, type *Wilson*, dont la puissance est de 1.500 kg. et de 10 grues électriques de la puissance de 1.500 kgs sur un brin et 3 tonnes sur 2 brins. Des bossoirs spéciaux sont affectés à la manœuvre des embarcations, qui comprennent 22 canots (pouvant contenir chacun 60 personnes), 2 baleinières, 2 canots à moteur et 4 radeaux.

D'autre part, le service général de pompage du même navire, (cale, ballast, incendie, lavage, etc.) comprend 6 pompes de 150 tonnes de débit, 2 de 100 tonnes, 1 de 50 et 2 de 10.

L'importance relative des différents types d'auxiliaires peut varier notablement selon la catégorie du navire. Ainsi pour les pétroliers, munis de pompes spéciales pour le combustible liquide.

Les auxiliaires de la machine acquièrent une importance notable dès que la puissance motrice atteint un certain chiffre, principalement en ce qui concerne les navires à moteur Diesel.

Alors que les auxiliaires des machines à vapeur comportent à peu près exclusivement des pompes (mazout, alimentation, extraction, circulation), le fonctionnement des Diesel, du moins pour certains types, exige un ensemble d'appareils sensiblement plus important.

Sur le *Félix Roussel*, par exemple, dont l'appareil propulsif est constitué par deux moteurs *Sulzer* à deux temps et simple effet, développant chacun 5.000 CV sur l'arbre, la machinerie auxiliaire des moteurs comprend : 1° deux groupes de turbo-soufflantes de balayage actionnées par moteurs électriques de 370 CV, débitant environ 1,350 m³ par minute; 2°, trois pompes de circulation à eau douce (220 m³); trois groupes de pompes à eau de mer (270 et 76 m³) pour la réfrigération soit des compresseurs et de l'eau douce, soit des fonds de pistons et de l'air; plus deux groupes de pompes pour le graissage. Enfin, 3°, deux compresseurs d'air d'insufflation, qui sont commandés directement par les moteurs principaux, plus les compresseurs auxiliaires et de secours, actionnés soit par les moteurs des groupes électrogènes, soit par des moteurs semi-Diesel.

Il faudrait joindre à cette nomenclature d'autres appareils encore, notamment les compresseurs, affectés à l'installation frigorifique, les centrifugeurs à l'huile, etc...

Sur le *Félix-Roussel* comme sur la plupart des navires récents, la conduite des appareils est le plus généralement électrique. L'électricité convient tout particulièrement au fonctionnement de la plus grande partie des auxiliaires et elle permet de réaliser la centralisation la plus économiquement parfaite de la force motrice. Ce n'est pas que la vapeur ne présente encore des avantages sérieux, mais les pertes d'énergie subies dans de longs tuyautages peuvent devenir considérables.

Sur des pétroliers assez récents, à moteur Diesel, on a installé les auxiliaires de pont à vapeur; ils sont alimentés par des chaudières spéciales équipées pour récupérer la chaleur des gaz d'échappement des moteurs principaux; ces chaudières peuvent être également chauffées au pétrole.

Le développement des auxiliaires a entraîné un accroissement corrélatif de l'importance des installations électriques. Cette considération a déterminé, pour une part prépondérante, le succès récent des dispositifs de propulsion électrique.

Sur un paquebot à moteurs Diesel, la puissance absorbée par l'ensemble des auxiliaires peut arriver à atteindre 25 à 26 o/o de la puissance totale développée. Dans les cas les plus normaux, elle représente environ 8 à 9 o/o de la puissance totale au régime de pleine allure et 12 à 14 o/o aux vitesses réduites.

Sur les grands cargos frigorifiques ainsi que sur les pétroliers, la proportion de la puissance absorbée par les auxiliaires atteint aisément 20 o/o de l'ensemble; cette proportion peut s'élever pour certains navires jusqu'à 35 à 36 o/o.

Louis Basso.

Horlogerie

Les nouvelles montres remontées automatiquement par les secousses (1). — Depuis fort longtemps, on a cherché à réaliser des montres fonctionnant sans remontage manuel grâce à une énergie empruntée aux déplace-

(1) Extrait de la communication faite par M. Marius Lavet, le 14 nov. 1931, à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

ments et secousses qu'elles subissent, — le célèbre horloger Bréguet s'est particulièrement intéressé à ce problème et, vers la fin du XVIII[e] siècle, il a établi plusieurs montres dites « perpétuelles » dont le ressort s'armait auomatiquement grâce à la cadence de la marche.

Ces montres étaient fragiles et relativement grosses, aussi elles n'ont pas été appliquées couramment. Mais, pendant ces dernières années, l'étude du remontage automatique a été reprise avec plus de succès en Angleterre et en Suisse. Les progrès réalisés dans la construction des mécanismes horaires de très petit volume ont permis de créer des montres de poignet qui renferment une masse oscillante et un train d'engrenages capables d'armer le ressort moteur. Toute la difficulté d'établissement de ces systèmes provient de ce qu'il faut obtenir une grande

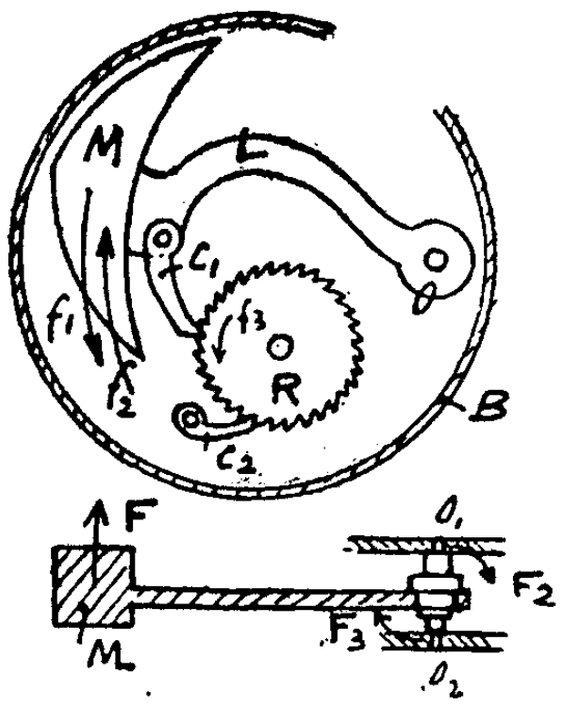


Fig. 1 et 1 *bis*.

Disposition adoptée dans les montres dites « perpétuelles » de Bréguet. — M, masse motrice pivotant en O_1, se déplaçant sous l'influence des secousses. Dans les mouvements de sens *f*, elle fait tourner la roue dentée R reliée à l'arbre de ressort moteur au moyen d'un train d'engrenages ou d'un débrayage évitant la surtension du ressort (ces derniers organes ne sont pas représentés sur la fig.), — La fig 1 *bis* montre les conditions de fonctionnements défectueux des pivots O_1 et O_2.

vitesse de remontage sans augmenter par trop les dimensions du boîtier de la montre.

Un horloger de Besançon, M. Hatot vient de réaliser un important perfectionnement de ce procédé de remontage automatique. Dans les nouvelles montres conçues par cet inventeur, le mécanisme lui-même constitue la masse motrice fournissant l'énergie du remontage. A cet effet, ce mécanisme se déplace d'une petite quantité par rapport au boîtier de la montre et ses mouvements sont utilisés pour armer progressivement le ressort. Tous les frottements nuisibles sont évités par un guidage de la partie mobile au moyen de petites billes d'acier, et, comme le poids moteur dont on dispose est relativement élevé, le remontage se fait très rapidement. Il suffit de porter la montre pendant quelques heures par jour, pour assurer son fonctionnement ininterrompu.

Ce système, comme on le voit, est extrêmement simple. Il permet de réaliser des montres automatiques pas plus volumineuses que les montres ordinaires. De plus, la suppression de toute commande manuelle du remontage permet de simplifier les organes un peu délicats des remontoirs courants et d'enfermer tous le mécanisme dans un boîtier parfaitement hermétique aux poussières.

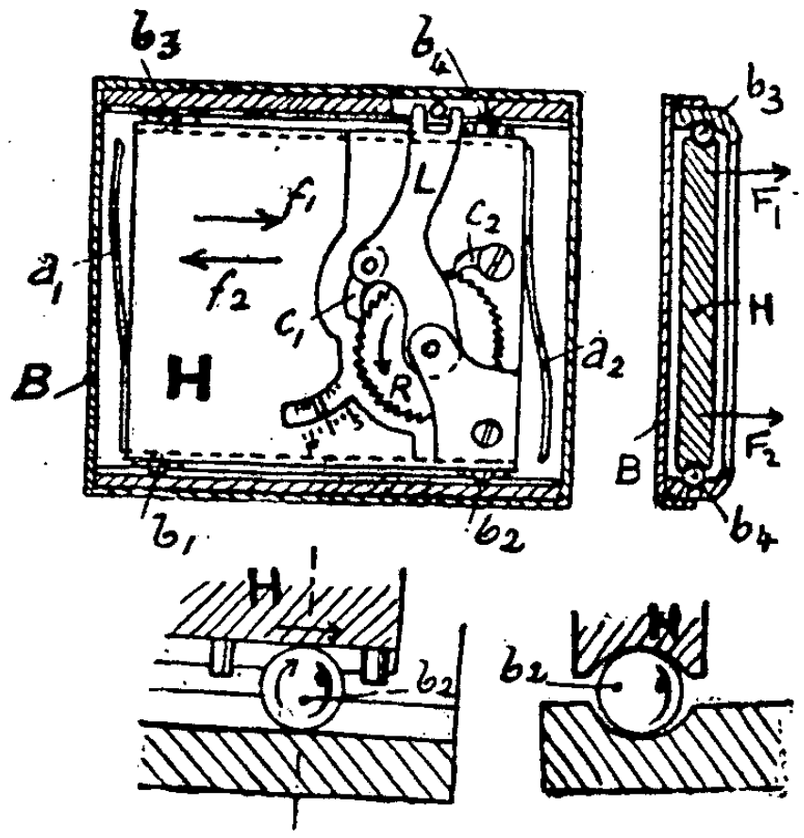


Fig. 2 et 2 *bis*. — Nouveau dispositif Hatot.

Tout le mécanisme H est mobile (sens f_1 et f_2) par rapport au boîtier B de la montre. Il est guidé par 4 billes b_1, b_2, b_3 et b_4 qui, pendant les déplacements, roulent comme l'indique la fig. 2 *bis*. Le levier L, portant le cliquet C, remonte progressivement la montre chaque fois qu'on la déplace (a_1, a_2, amortisseurs; un débrayage arrête la transmission dès que la montre est remontée à fond.

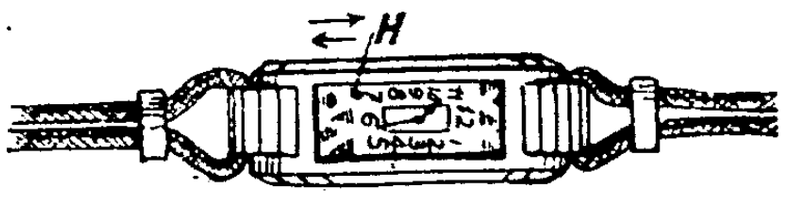


Fig. 3. — Aspect d'une petite montre munie d'un remontage automatique Hatot.

Les dessins ci-joints représentent le dispositif de remontage des premières montres automatiques ainsi que le nouveau système Hatot. S. R.

Agriculture

Le labourage électrique en 1931. — Le labourage mécanique est une nécessité dans les grandes exploitations, particulièrement aux colonies. Deux sources principales d'énergie sont mises en œuvre : *a*) le moteur thermique à explosion (1) ou à huile lourde (2) dans des tracteurs qui entraînent la charrue; *b*) le moteur électrique faisant tourner un treuil dont le câble hâle les socs.

Un avantage de la première solution, c'est d'avoir des engins indépendants de toute distribution, encore faut-il s'approvisionner en carburant ou en combustible liquide, problème assez onéreux surtout dans les régions éloignées

(1) et (2) *Les Moteurs à explosion et les moteurs à combustion* par E. M. (Collection Armand Collin).

d'un centre de ravitaillement. Grâce à la houille blanche ou même aux simples turbines à vapeur, l'énergie électrique revient moins cher. C'est, si l'on peut faire cette assimilation, le meilleur carburant national.

Qu'il soit d'origine hydraulique ou thermique, le kilowatt-heure-électricité peut être être livré à un prix beaucoup plus bas que la quantité correspondante d'énergie-essence ou même combustible liquide lourd. Et si l'on objecte que le cuivre est insuffisant en France pour tous les transports d'énergie électrique, nous pouvons répondre que les câbles d'aluminium fabriqués dans notre pays peuvent satisfaire à tous les besoins des lignes de force et de lumière. L'électrification des campagnes déjà bien amorcée se poursuit avec l'aide du Service des Ponts et Chaussées et il est tout naturel de chercher à utiliser les réseaux qui distribuent partout l'éclairage (et qui permettent déjà de faire tourner diverses machines agricoles) pour les treuils de labourage. Indépendamment de l'économie réalisée par l'emploi de l'électricité, le treuil électrique est d'un meilleur rendement que le tracteur mécanique, il peut entraîner un plus grand nombre de socs à la fois ou *les faire pénétrer à plus grande profondeur*.

Il est inutile d'insister sur l'avantage qui résulte du labourage profond dans tous les cas où l'épaisseur du sol arable le permet : l'aération est absolument indispensable aux phénomènes qui assurent le maintien de la fertilité et l'on a pu établir des graphiques qui chiffrent d'une manière précise le gain résultant d'un labourage en profondeur. Nous n'avons pas besoin d'insister sur ces notions que tous les agriculteurs connaissent.

La facilité de manœuvre doit aussi être considérée. Or, il est souvent plus facile d'installer un treuil en un endroit convenable au bord d'une pièce de terre que de faire marcher un tracteur dans ce terrain. C'est pour une raison analogue, et quoique le gros treuil soit le plus économique, qu'il existe aussi des treuils plus légers et moins puissants, lesquels conviennent d'ailleurs mieux aux exploitations moyennes.

L'Exposition internationale de motoculture qui s'est tenue, en 1931, à Buc, nous a montré les nouvelles réalisations de la Sté Générale Agricole en cette délicate matière du labourage électrique. Le nombre des appareils en service est encore bien modeste, il ne se chiffre encore que par dizaines, mais la plupart ont fourni déjà une assez longue carrière chez des particuliers, chez des entrepreneurs ou au sein des coopératives. Il faut souhaiter que l'on compte bientôt par centaines et que l'on arrive même à des milliers de treuils de labourage électrique, tant en France qu'aux colonies. Malheureusement les bons appareils tels que ceux que nous allons examiner ne suffisent pas, il faut, outre des facilités de crédit pour les agriculteurs, de bons conducteurs de machines et des ateliers d'entretien et de réparations convenablement organisés. Les appareils en question n'ont rien de bien délicat mais il faut les soigner comme on soigne un camion ou n'importe quel appareil mécanique. L'enseignement de la motoculture électrique devrait être donné dans les écoles agricoles des divers degrés. C'est la conditions du succès.

Type 100 à 150 ch.

Cette machine convient admirablement aux grandes entreprises et aux coopératives puissantes. Labourer 600 Ha par an avec des rayages allant jusqu'à 630 m. est une moyenne souvent dépassée par un seul chantier comprenant deux treuils tirant alternativement les socs.

Le treuil est équipé avec un moteur thermique auxiliaire permettant son roulage à pied d'œuvre et pouvant servir éventuellement au labourage. Il entraîne des charrues-balances armées de deux fois six socs ou des cultivateurs tournants, prenant jusqu'à 4,50 m. d'une seule largeur, cela à l'allure de 4 à 5 km. à l'heure pour des déchaumages et scarifiages atteignant jusqu'à 20 ha par jour.

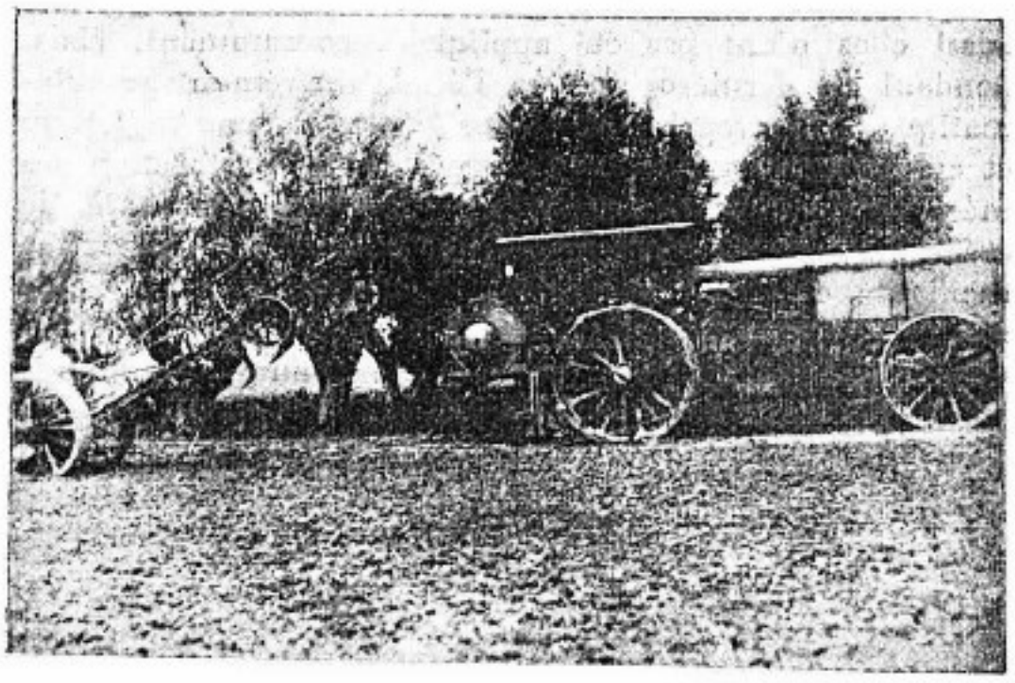


Fig. 1. — Arrivée vers l'un des treuils à grande puissance 100/150 ch. d'une charrue-balance.

La fig. 1 représente l'un de ces treuils au moment où il a ramené presque contre lui une charrue-balance à 2 fois 4 socs avec griffes de feuillage.

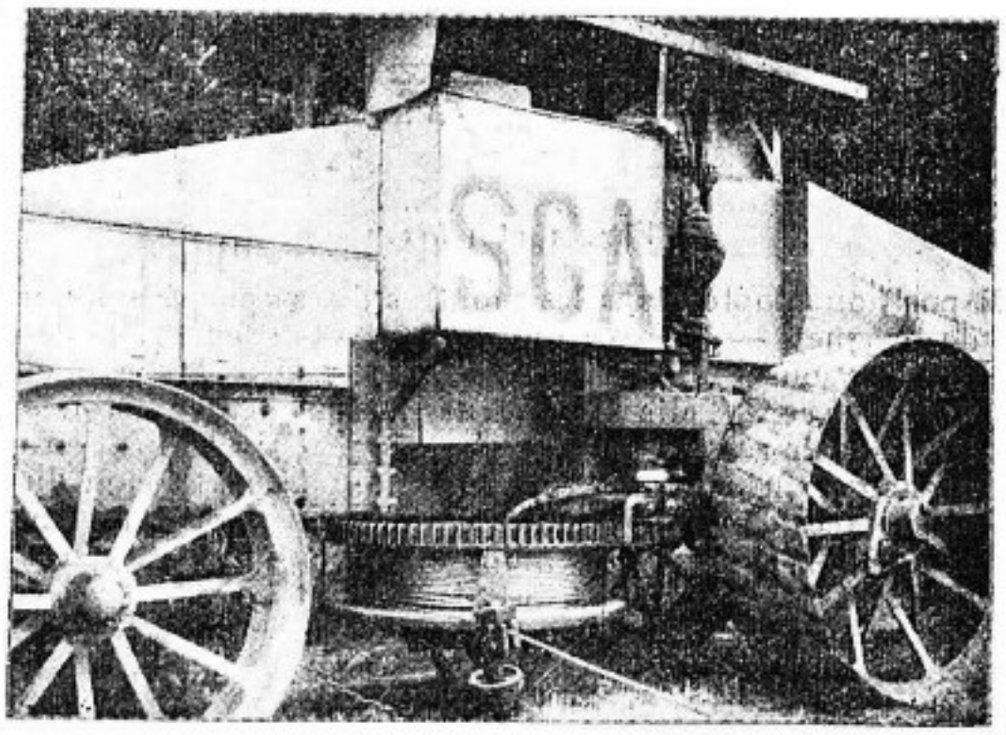


Fig. 2. — Tambour d'enroulement du treuil 100/150 ch.

La fig. 2 montre le formidable tambour d'enroulement de ce treuil à grande puissance.

C'est l'appareil que nous pouvons recommander pour le labourage des grandes étendues, notamment pour les exploitations agricoles de l'Afrique du Nord.

Type 40-50 ch.

Plus modeste, ce treuil convient aussi bien en France qu'aux colonies. Il peut, conjugué avec une autre machine identique, labourer de 200 à 300 ha par an selon les terrains avec des rayages atteignant 400 m.

Comme il ne pèse que 4.500 kg. environ, on peut le déplacer aisément d'une terre à l'autre. Sa puissance de 40 Ch est suffisante pour le hâlage électrique du treuil dans les fortes déclivités.

On emploie deux treuils entre lesquels la charrue polysocs fait la navette.

D'une manière générale, les lignes de transport d'éner-

gie sont à haute tension. Il est donc indispensable d'utiliser un transformateur monté sur roulotte, pourvu de prises de courant du côté de la haute tension et de câbles souples basse-tension qui alimentent les deux treuils dont se compose le chantier.

Sous le châssis (fig. 3) nous pouvons voir : un premier tambour pour l'enroulement du câble de traction de la charrue; un autre tambour servant au hâlage électrique du treuil, le câble qui s'enroule sur un second tambour étant ancré dans le sol. L'ancre se pose et s'enlève en quelques minutes et l'on peut ainsi, à chaque tour de charrue, déplacer un des treuils de la largeur du tambour.

Un embrayage à levier, permet de mettre en mouvement, soit l'un, soit l'autre tambour.

La puissance motrice réside dans un moteur électrique triphasé 500 V, ledit moteur pourvu d'ailleurs d'une poulie en bout, pour l'entraînement de machines autres que le treuil : batteuse, presse, etc...

Des câbles, 400 m. pour la traction, 100 m. pour le

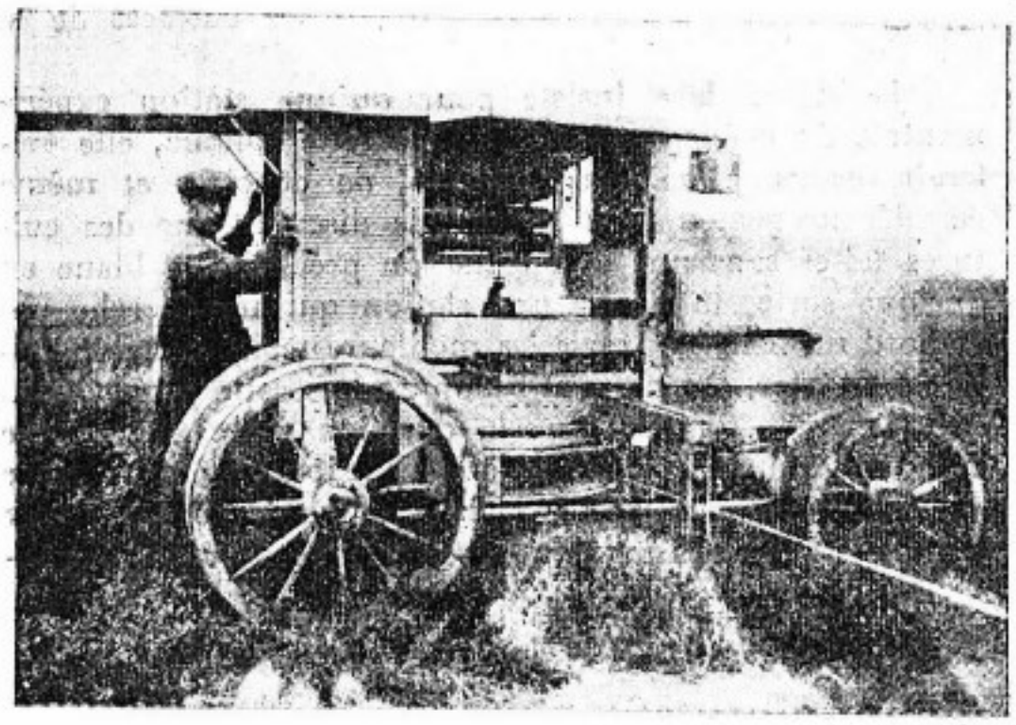


Fig. 3. — Ouvrier manœuvrant un treuil léger de 40 ch.

hâlage complètent l'équipement et peuvent assurer, ou la traction de la charrue, ou la translation de la machine elle-même.

S'il est nécessaire de labourer à moindre vitesse, on met facilement en jeu un couple d'engrenages supplémentaire.

Grâce à des tourets spéciaux, indépendants du treuil, montés sur roues avec flèches de transport, comportant chacun 300 à 350 m. environ de câble souple électrique 500 V, il est possible sans déplacer la cabine-transformateur, de labourer des aires de 19 à 34 ha en s'écartant de 950 à 850 m. de chaque côté des lignes avec des rayages de 200 à 400 m.

Bien entendu, des lignes volantes ou des éperons permettent d'étendre encore davantage l'amplitude des labours.

Ce matériel permet de labourer 3 ha par jour avec 2 fois 3 socs. On peut atteindre une profondeur de terre de 25 à 30 cm., plus 10 à 12 cm. de feuillage en utilisant la charrue 2 fois 2 socs, avec griffes de sous-solage. La profondeur dépend évidemment de la ténacité de terre.

Un homme à la charrue, un à chaque treuil derrière la machine avec toutes les commandes en main. Des appareils de sécurité automatiques évitent toutes fausses manœuvres.

Type 4 ch.

Nous devons signaler d'une manière particulière, en raison des nombreuses applications qu'il pourrait avoir, le treuil de 5 ch, dont la fig. 4 montre le service dans un champ et la fig. 5, le treuil lui-même sur voie étroite.

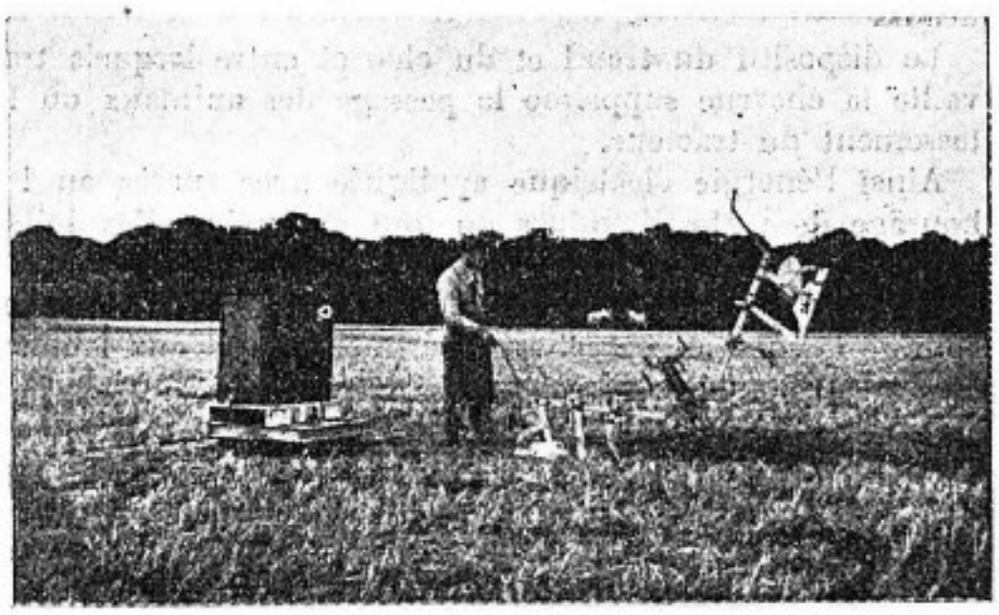


Fig. 4. — Petit treuil. Départ de charrue.

Destiné à la très petite culture comme il y en a beaucoup dans notre pays et à la culture maraîchère, il marche sur le courant à basse-tension de 200 ou 380 volts.

Il paraît presque inutile d'insister et de comparer les labours au treuil et à la bêche, nous le ferons pour préci-

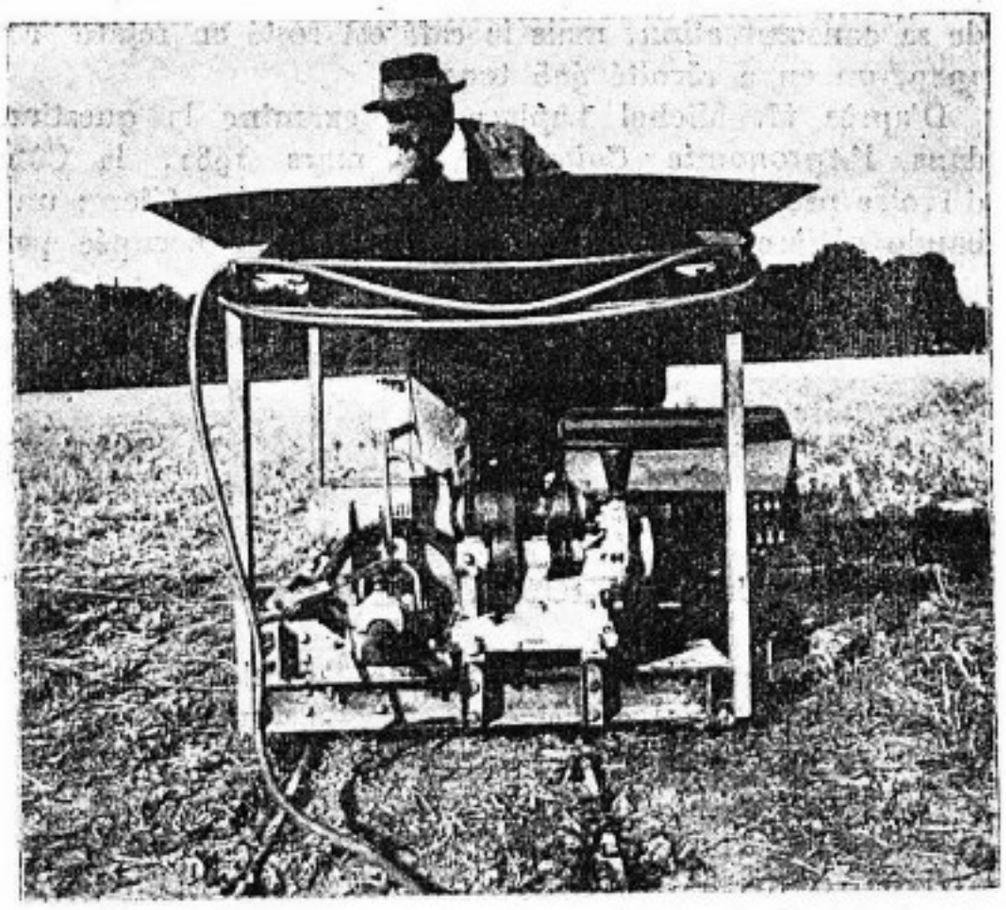


Fig. 5. — Un treuil à usages multiples.

ser l'économie et déplorer que d'aussi riches cultures maraîchères que les nôtres soient aussi mal outillées.

A la bêche, il faut un professionnel qui retourne (à une profondeur qui peut être insuffisante), de 150 à 200 m² par jour. Le treuil 5 ch effectue plus profondément le labour de 2.000 à 2.500 m² sous la conduite d'un tout jeune manœuvre si l'on veut et d'un aide de culture.

La fig. 4 ci-dessus ne montre que le chariot de retour avec son réservoir d'eau formant lest et la charrue qui va vers le treuil (à droite et non représenté). Grâce au renvoi installé sous le chariot, la charrue travaille à l'aller comme au retour.

Sur la fig. 5, on peut voir au premier plan, le câblage

souple électrique et une pompe. Ainsi, en dehors des labours, ce matériel est utilisable pour l'arrosage ou contre l'incendie. On peut, en outre, s'en servir comme d'un treuil électrique pour l'élévation des sacs ou autres fardeaux.

Le dispositif du treuil et du chariot entre lesquels travaille la charrue supprime le passage des animaux ou le tassement du tracteur.

Ainsi l'énergie électrique appliquée avec succès au labourage de vastes étendues ou tout au moins d'exploitations culturales d'une certaine importance va désormais pouvoir s'atteler au travail de petites pièces de terre, comme le sont les parcelles expérimentales et aux labours encore plus menus des planches maraîchères.

Edmond Marcotte,
Ingénieur-Conseil.

Agronomie coloniale

Le Caféier à la Côte d'Ivoire. — On sait que sur 185.000 tonnes de café que la France consomme annuellement, 5.000 seulement viennent des colonies françaises, soit un peu plus de 3 o/o. La Côte d'Ivoire où, grâce à la ténacité des Services de l'Agriculture, on a réussi à implanter la culture du cacao, devient aussi productrice de café. L'introduction de la culture du café et celle du cacao datent de 1880. Le cacao s'est étendu au point de fournir le marché français d'un pourcentage honorable de sa consommation, mais le café est resté en retard. En 1929, on en a récolté 425 tonnes.

D'après M. Michel Laplace qui examine la question dans l'*Agronomie Coloniale* de mars 1931, la Côte d'Ivoire présente trois zones bonnes pour le caféier : une bande côtière de 60 kilomètres de largeur occupée par la forêt dense (caractérisée par des pluies abondantes) à sol sablonneux qui s'appauvrit très vite lorsque la forêt est abattue. On doit donc prévoir dans cette zone l'emploi des engrais assez tôt après la plantation, sinon les arbustes ne donneraient pas des rendements soutenus.

Plus loin de la côte, une zone moyenne à forêt dense possède un sol plus argileux, les pluies y sont aussi abondantes, ce sont des terres foncées, allant du jaune au rouge, les plus fertiles de toute la colonie.

Une troisième zone, plus loin encore de la côte, de sol et de climat semblables à ceux de la zone moyenne, a une insolation plus forte, moins de pluie, moins de forêts.

Au delà de cette zone on pense que la culture du café est dans de moins bonnes conditions techniques : sol caillouteux, moins de pluies. M. Laplace pense que les zones côtière et Nord doivent être consacrées au caféier et que la zone moyenne doit être réservée au cacaoyer. Le cacaoyer a acquis des droits à la Côte d'Ivoire et ses récoltes sont très estimées sur le marché, il doit donc conserver une place importante dans les cultures de la colonie.

Mais M. Laplace insiste pour qu'une station expérimentale du caféier soit créée dans cette colonie, elle éviterait beaucoup de tâtonnements, de déboires et même ces découragements qui jettent le discrédit sur des cultures faites sans une détermination préalable, à blanc en quelque sorte, faite par une station qui ne cherche pas d'abord un bénéfice, mais les meilleures conditions de culture à adopter. On ne peut qu'approuver cette proposition, il est même étonnant que la question puisse être posée dans un groupe de colonies qui a toujours eu un Service de l'Agriculture organisé, mais il est vrai souvent rendu impuissant, insuffisamment soutenu par l'autorité supérieure.

L. R.

VARIETES

MISSION SCIENTIFIQUE SAHARA-NIGER-SOUDAN

M. Aug. Chevalier, Professeur de Botanique appliquée au Muséum national d'Histoire naturelle, qui consacra autrefois de longues années à l'exploration géographique de nos Colonies et à l'étude de leur végétation et de leurs ressources agricoles et forestières, va se rendre bientôt en Afrique centrale, chargé d'une nouvelle mission par M. Carde, Gouverneur général de l'Algérie et par M. Brevié, Gouverneur général de l'Afrique Occidentale. La mission placée sous le patronage scientifique du Muséum d'Histoire naturelle et de l'Académie des Sciences coloniales, visitera tout d'abord les principales oasis du Sud-Algérien et en étudiera la végétation en recherchant les introductions de plantes utiles qu'il y aurait lieu de tenter. Elle prendra dans les oasis de la région de Biskra des boutures de bonnes variétés de dattiers (Deglet-Nour, etc...) pour les transporter vers le Sahara soudanais où elles n'existent pas encore. M. Chevalier empruntera ensuite la route de Gradis-Estienne pour se rendre au Niger. A Reggan, en plein cœur du Sahara sur la bordure du Tanezrouft, il posera, en coopération avec la Compagnie générale Transsaharienne, les premières bases d'un Jardin d'essais. Ce jardin pourrait devenir, par la suite, une station biologique permanente pour l'étude et l'acclimatation des plantes des déserts, comme il en existe déjà dans l'Arizona aux Etats-Unis et dans le désert de Zarakum, au Turkestan russe.

De Niamey, sur le Niger, M. Chevalier rayonnera vers l'Aïr et vers le Tchad, en traversant des régions dont la végétation est encore presque totalement ignorée; il en étudiera la flore, les possibilités agricoles et rassemblera, pour notre Muséum, des collections scientifiques. Il recherchera aussi dans ces contrées les lieux de ponte présumés des sauterelles à l'état solitaire et sédentaire, foyers permanents d'où partent périodiquement les essaims migrateurs qui vont dévaster tantôt l'Afrique du Nord, tantôt l'Afrique Occidentale et l'Afrique Equatoriale.

La Mission rentrera en France par le Soudan et le Sénégal après avoir étudié dans ces régions les progrès réalisés dans la culture du coton, du sisal, des arachides et des céréales indigènes et recherché de nouvelles améliorations en vue d'éclairer l'administration et les colons.

La crise qui sévit si durement à l'heure actuelle sur nos Colonies tropicales montre, en effet, la nécessité de plus en plus grande de recourir à des techniques plus perfectionnées pour abaisser le prix de revient des matières premières et permettre à l'Indigène d'améliorer ses conditions d'existence en perfectionnant son agriculture. M. Chevalier sera accompagné, dans son voyage, de M. Rogeon, du cadre des Conducteurs de travaux agricoles de l'Afrique

Occidentale, mis à sa disposition par M. le Gouverneur Général Brevié et d'un aide d'horticulture du Muséum qui doit s'occuper du premier aménagement du jardin de Reggan.

Dirigée par un savant assisté de techniciens expérimentés, assurée de l'aide de l'administration et du concours de diverses associations privées, la Mission scientifique Sahara-Niger-Soudan, sera en mesure de rapporter une importante documentation sur les contrées que la France a tirées il y a peu de temps encore de la barbarie et qui constituent pour la science française un champ remarquable d'études à poursuivre en vue d'un essor qui donne déjà les plus belles espérances.

S. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 3 novembre 1931

THÉORIE DES FONCTIONS. — *F. Leja* (transm. par M. E. Borel). — **Sur le facteur de convergence des séries de polynomes.**

GÉOMÉTRIE. — *A. Terracini.* — **Sur la réductibilité de certaines correspondances algébriques.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *B. Belorizky* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur la solution du problème des trois corps donnés par M. Sundman.**

ÉLECTRICITÉ. — *C. Gutton* et *G. Beauvais.* — **Sur les oscillateurs à ondes très courtes.**

D'après les résultats obtenus par divers expérimentateurs, il paraissait devoir exister plusieurs régimes d'oscillations. Les expériences effectuées par les auteurs les conduisent à admettre que le premier régime correspond à des fréquences d'oscillations qui dépendent de la fréquence propre du circuit oscillant entretenu, tandis que le second fournit une fréquence plus élevée qui en est indépendante et uniquement déterminée par les dimensions et les potentiels des électrodes de la lampe. Elle paraît donc correspondre à des oscillations susceptibles de prendre naissance à l'intérieur de celle-ci même en l'absence de circuit oscillant. L'obtention de ces oscillations nécessite la présence de gaz résiduels ionisés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mlle S. Veil* (prés. par M. G. Urbain). — **Diffusion et cataphorèse du bleu de méthylène au sein de la gélatine.**

La cataphorèse, au sein de la gélatine, d'une substance telle que le bleu de méthylène se présente comme un processus de complexité beaucoup plus grande qu'un transport pur et simple de matière, de l'une à l'autre des électrodes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *D. Yvanoff* (transm. par M. V. Grignard). — **Mécanisme de la réaction entre le carbonate d'éthyle et les réactifs de Grignard.**

MÉTALLURGIE. — *J. Hérenguel* et *G. Chaudron* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Préparation du magnésium pur par sublimation.**

L'appareil qui a permis de réaliser la sublimation, en une seule opération, d'environ 1 kilog. de magnésium se compose d'une chaudière en acier moulé; les surfaces des joints sont refroidies par une circulation d'eau et, par suite, l'étanchéité de l'appareil est calorisé, ce qui évite la diffusion à chaud de l'oxygène et de l'azote à travers la paroi en acier. Le condenseur est constitué par un cylindre creux, placé dans l'axe de la chaudière, dans lequel circule de l'eau; dans ces conditions, le magnésium déposé ne peut être souillé par l'acier.

CRISTALLOGRAPHIE. — *L. Hackspill, A. Stieba* et *R. Hocart* (pré . par H. Le Chatelier). — **Sur le bore cristallisé.**

Le bore pur, obtenu à haute température est indiscutablement cristallisé et très probablement dans le système hexagonal. Quant au produit vendu sous le nom de *bore cristallisé*, il renferme cet élément presque uniquement sous la forme de combinaisons.

L. Franchet.

CYTOLOGIE. — *A. Ch. Hollande* et *Mme G. Hollande* (prés. par M. Caullery). — **La structure cytologique du bacille tuberculeux humain; cycle évolutif de *Mycobacterium tuberculosis* (Lehmann et Neumann).**

Le bacille de Koch hyperacidorésistant ne renferme plus de protoplasme; il est riche en corpuscules de Much, rénitocytes dont certains sont minuscules et constituent peut-être le virus filtrant du bacille. Ces rénitocytes, libérés, donnent des corpuscules cyanophiles à partir desquels se développent les bacilles. Les formes ramifiées, spéciales à certains milieux, présentent des massues que les auteurs considèrent comme des organes servant à la reproduction. Dans les mêmes cultures, existent des éléments microbiens particuliers, à protoplasme dense, constamment en voie de division, et qui reproduisent, en milieu convenable, la forme durable du bacille tuberculeux.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *B. Voritchak* (prés. par M. Dangeard). — **Les mouvements du protoplasma chez un Ascomycète, le *Sordaria fimicola*.**

Le courant protoplasmique s'observe facilement chez cette espèce. Les cloisons transversales sont perforées et il existe des anastomoses entres les hyphes, de sorte que le plasma peut passer d'une cellule à l'autre et même d'une hyphe à l'autre. Malgré l'apparence cloisonnée du thalle, le mycélium fonctionne donc comme le mycélium continu des Syphomycètes.

ZOOLOGIE. — *R. Horasse* (prés par M. Caullery). — **Silicoflagellé ou Radiolaire? Un nouveau prostite, *Bosporella triœnoïdes* (gen. nov. sp. nov.).**

Description de ce protiste nouveau, rencontré dans le plancton de la surface du Bosphore et qui apparaît comme un Radiolaire de faciès larvaire.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *J. Saidman* (prés. par M. d'Arsonval). — **Note sur les propriétés biologiques comparées des courants de haute fréquence et de très haute fréquence.**

En comparant les propriétés biologiques des courants de très haute fréquence (au-dessous de 15.000.000 Hertz) avec celles des courants de haute fréquence, on retrouve chez les premiers, quatre sur cinq des propriétés découvertes par M. D'Arsonval, chez les seconds.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Mme Z. Gruzewska* et *G. Roussel* (prés. par M. Mangin). — **La lipase α du sérum de cheval. Son activité au cours de multiples saignées.**

Cette lipase dédouble la monobutyrine et les glycérides d'acides à poids moléculaire faible. Elle est régénérée après les saignées successives et les variations paraissent dépendre des époques auxquelles sont faites les saignées.

— *Cl. Fromageot et A. Porcherel* (prés. par M. Grignard). — **Action de la pancréatine sur différents types de laine.**

Les diverses laines étudiées résistent inégalement à l'action du ferment; la perte de poids peut atteindre le 82 p. 100 du poids initial. Il semble y avoir deux stades : l'un correspondant à la dissolution du ciment protéique, l'autre à l'attaque des éléments cellulaires.

M. Mascré.

NOUVELLES

Commémoration de la mort du Cardinal de Richelieu. — Le Conseil de l'Université de Paris a commémoré, le 4 décembre, la mort du Cardinal de Richelieu.

Rappelons que le service a été célébré dans la chapelle de la Sorbonne, en vertu d'une décision du 19 décembre 1921 et en exécution de la transaction passée le 28 mai 1646 entre MM. de Sorbonne et Mme la Duchesse d'Aiguillon.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. le Professeur Richard Goldschmidt, Directeur de l'Institut des Recherches biologiques de Berlin-Dahlem, fera à l'Amphithéâtre Milne-Edwards, le 8, 10, 11, 15 et 17 décembre, à 17 h. 15, une série de conférences avec projections sur *l'Intersexualité et la théorie du déterminisme du sexe.* Ces conférences auront lieu dans l'ordre suivant :

Mardi 8 : Mécanisme cytologique et génétique de la détermination du sexe. — Hérédité des caractères sexuels secondaires.

Jeudi 10 et vendredi 11 : Analyse de l'intersexualité génétique.

Mardi 15 : Intersexualité par action physiologique du milieu. — Intersexualité transitoire. Action des hormones embryonnaires, etc.

Jeudi 17 : Analyse de la sexualité chez les Vertébrés. — Conclusions.

— *Institut Henri Poincaré.* — M. J. F. Steffensen, Professeur à l'Université de Copenhague, fera deux conférences sur les sujets suivants :

I. *Sur la probabilité que s'éteigne la descendance d'une personne.*

II. *Mesures de dépendance entre les événements fortuits.*

Ces Conférences auront lieu à l'Institut Poincaré, 11, rue Pierre-Curie, Amphithéâtre Darboux, le samedi, 19 décembre, à 10 h. 30 et le mardi 22 décembre, à 17 h. 30.

— *Soutenances de thèses.* — Les thèses suivantes ont été soutenues à la Sorbonne, pour le doctorat ès-sciences.

19 octobre. — M. Mendousse : « *Réalisation de l'échelle internationale des hautes températures.* »

16 novembre. — M. Claze : « *Contribution à l'étude biologique des alcaloïdes du tabac.* »

17 novembre. — M. Eichborn : « *Recherches caryologiques comparées chez les angiospermes et les gymnospermes.* »

28 novembre. — M. Durand : « *Sur une généralisation des surfaces convexes.* »

30 novembre. — M. Gauthier-Lièvre : « *Recherches sur la flore des eaux continentales de l'Algérie et de la Tunisie.*

12 décembre. — M. Laporte : « *Recherches sur la biologie et la systématique des desmidiées.* » (Doctorat d'Université).

Muséum d'Histoire naturelle. — Cours de Zoologie (Vers et Crustacés). — M. Ch. Gravier, Professeur, Membre de l'Institut, commencera ce cours le samedi, 28 novembre 1931, à dix heures, dans la salle des Cours des Galeries de Zoologie (premier étage), et le continuera à la même heure, le mardi et le samedi de chaque semaine.

1° *Crustacés.* — Les Branchiopodes. Leurs caractères généraux. — Divisions. — Reproduction cyclique.

2° *Myriapodes.* — Caractères généraux; divisions en ordres. — Les Symphyles, les Pauropodes.

Des démonstrations pratiques auront lieu au Laboratoire et aux Galeries de Zoologie.

Un laboratoire de l'Ecole pratique des Hautes-Etudes, annexé à la Chaire de Zoologie (Vers et Crustacés) du Muséum, est ouvert aux travailleurs pendant toute l'année.

Ecole supérieure d'Electricité. — En raison de l'importance que prend de plus en plus la question de l'éclairage artificiel, la Société Française des Electriciens a dû organiser un enseignement spécial à l'Ecole supérieure d'Electricité avec le concours de l'Institut d'Optique.

Une première session d'enseignement, suivie par une cinquantaine d'élèves, a eu lieu en 1925; une neuvième session s'ouvrira le 25 janvier 1932 et durera environ 8 semaines.

Le programme comprendra :

1° Un enseignement oral de 25 à 30 leçons;

2° Un enseignement pratique d'une quinzaine de séances.

Les inscriptions seront reçues dès maintenant à l'Ecole Supérieure d'Electricité, 14, Avenue Pierre Larousse, à Malakoff (Seine).

Le nombre des inscriptions pour l'enseignement complet (cours et travaux pratiques) est limité.

Université de Rennes. — *Ecole de Médecine et de Pharmacie.* — Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant des chaires de pathologie interne et de clinique médicale, à l'Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Rennes, s'ouvrira le jeudi, 12 mai 1932, devant la Faculté de Médecine de Paris.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Université de Besançon. — *Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie.* — Le concours pour l'emploi de Professeur suppléant des chaires d'anatomie et de physiologie, à l'Ecole préparatoire de Besançon, qui devait s'ouvrir le 28 décembre 1931 devant la Faculté de Médecine de Nancy est reporté au 11 janvier 1932.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Université Yale. — *Bourses universitaires Theresa Seessel.* — Une bourse de 1.500 dollars sera accordée de préférence à un candidat ayant obtenu le grade de docteur ès-sciences, et qui a prouvé qu'il est capable de poursuivre avec succès et originalité des travaux scientifiques d'un ordre supérieur.

Prière de s'adresser au Dean of the Graduate School, New Haven, Conn. (Etats-Unis d'Amérique).

Toutes les demandes devront parvenir à New Haven avant le 1er Mars et devront être accompagnées de lettres de recommandation ainsi que de brochures ou de réimpressions d'articles scientifiques déjà publiés par le candidat.

Le candidat désigné sera tenu de demeurer à New-Haven depuis le mois de septembre jusqu'au mois de Juin.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Compléments et exercices sur la Mécanique des Solides, par Georges Bouligand, Professeur de Mécanique rationnelle, à l'Université de Poitiers, avec la collaboration de M. Jean Dollon. In-8° de 130 pages avec 50 figures. Vuibert, éditeur, Paris. — Prix : 18 francs.

Ce volume a pour but de compléter, à certains titres, le tome premier du Précis de Mécanique, du même auteur et s'adresse aux élèves des Facultés des Sciences. Sa première partie contient des exercices, que peut aborder tout étudiant possédant les principes de la Cinématique du corps solide, exposés dans le « *Précis* » et qui le familiarisent avec l'emploi des différentes méthodes. La seconde partie s'adresse plus spécialement aux candidats à l'agrégation.

Frottement, systèmes non holonomes. Choc et percussions avec frottement, liaisons unilatérales.

L'emploi constant des formules de Lagrange permet d'attaquer et de résoudre, tour à tour, ces différentes difficultés par une méthode permanente; la discussion d'un grand nombre de problèmes proposés au concours d'agrégation achève de rendre ce livre indispensable à

Marie Charpentier.

Phénomènes liés à la symétrie, par M. H. Bouasse. In-8° de 480 pages avec 223 figures. Delagrave, éditeur. Paris 1931.

« L'ouvrage qu'on va lire, écrit M. Bouasse, dans l'*Introduction*, s'efforce de donner aux physiciens des idées nettes sur les phénomènes liés à la symétrie, phénomènes dont l'importance, tant scientifique qu'industrielle, croît de jour en jour, qui ne sont plus exclusivement étudiés par les cristallographes, qui ont pénétré dans le laboratoire du physicien et du métallurgiste, et que ne peuvent négliger les ateliers de constructions métalliques ».

L'auteur étudie en détail les propriétés physiques et physico-chimiques des cristaux. Il se place d'un point de vue différent de celui envisagé dans les traités de cristallographie ordinaire où ces propriétés sont exposées très sommairement.

Il définit fort justement un cristal comme « une portion d'un milieu dont les atomes sont distribués d'une manière régulière et périodique ». Il envisage successivement la symétrie générale des cristaux et la manière de déterminer la nature du système cristallographique, les édifices cristallins complexes et les macles, les phénomènes mécaniques liés à la symétrie. Un chapitre de physico-chimie pure est consacré aux propriétés générales des solutions considérées principalement du point de vue des solutions salines. Puis sont étudiés la croissance et la décroissance des cristaux, la polymorphie, les cristaux mixtes et les solutions solides, les anomalies optiques, la métallographie, la déformation homogène, la conductibilité calorifique, la polarisation électrique ou magnétique des cristaux, l'élasticité des cristaux et les milieux électriquement polarisés.

Un tel ouvrage s'adresse à un public très varié. Il intéressera non seulement les minéralogistes et les cristallographes qui y trouveront exposées, d'un point de vue très général, les propriétés physiques et chimiques des cristaux, mais aussi les physiciens, les chimistes, les physico-chimistes qui ont souvent dans leurs recherches à envisager ces propriétés. C'est le seul ouvrage, du moins en langue française, que nous possédions sur un sujet aussi vaste. Les lecteurs se plairont à y retrouver les qualités de méthode, de clarté dans l'exposition, de sûreté dans la documentation, qui ont fait le succès de la *Bibliothèque de l'Ingénieur et du Physicien* de M. Bouasse, qui compte aujourd'hui une quarantaine de volumes.

A. Bc.

Lexique météorologique. Publié sous la direction du Général Delcambre, directeur de l'Office national météorologique. Un volume in-4° de 496 pages avec très nombreuses figures et planches. Publié en 7 fascicules du Mémorial de l'Office national météorologique. En vente à la Librairie Blondel de la Rougerie, 7, rue Saint-Lazare, Paris.

Le dernier fascicule du « Lexique Météorologique » vient de paraître. C'est pour nous une occasion nouvelle de signaler à nos lecteurs cette superbe publication qui fait le plus grand honneur à l'Office national Météorologique.

La rédaction d'un lexique scientifique est délicate. Il faut que les articles soient assez étendus pour donner une vue suffisante du sujet; il ne faut pas cependant qu'ils soient de véritables traités. Les rédacteurs du Lexique Météorologique ont su donner toutes les explications désirables tout en évitant la prolixité. Une illustration très abondante et très claire simplifie beaucoup les exposés et en augmente la précision.

Le Général Delcambre après avoir fixé le programme à remplir, a confié la rédaction du Lexique à ses collaborateurs de l'O.N.M. en mettant à leur tête, pour cette tâche, M. Baldit. L'œuvre qu'ils ont accomplie peut être donnée comme modèle.

Peu de lexiques scientifiques ont été publiés en France. C'est cependant une forme d'ouvrage bien utile à une époque où les sciences subissent des transformations complètes et où une terminologie nouvelle rend les mémoires à peu près illisibles pour les non spécialistes. Le réalisateur hors de pair qu'est le Général Delcambre l'a bien compris; nous souhaiterions que l'exemple qu'il a donné soit suivi pour les autres sciences et quelles aient elles aussi leurs lexiques.

J. B.

Equivalence des termes météorologiques français dans les langues étrangères. Un fascicule extrait du « *Lexique Météorologique* » publié sous la direction du Général Delcambre. In-4° de 36 pages. En vente chez Blondel de la Rougerie, Paris.

Le Lexique Météorologique se termine par un fascicule donnant les équivalences des termes météorologiques français et étrangers, en allemand, anglais, espagnol, italien, polonais, portugais, roumain, russe, serbe, tchèque, et espéranto. Ce fascicule est édité séparément, c'est là une grande commodité qui sera très appréciée.

J. B.

Tourbillons. Forces acoustiques. Circulations diverses, Tome I, par H. Bouasse. In-8° de 424 pages avec 220 figures. Delagrave, éditeur, Paris 1931. — Prix : 53 francs.

La seule définition raisonnable d'un tourbillon est la suivante « un tourbillon est un volume où les lignes de courant sont fermées ou à peu près telles ». M. Bouasse commence par exposer la théorie des tourbillons telle

qu'elle a été construite par les mathématiciens « sur des hypothèses qui n'ont pas de sens physique », et par laquelle ils ont essayé d'interpréter la structure de l'atome, la production des raies spectrales et la gravitation, mais qui est tout à fait inapplicable à la circulation dans les fluides réels, toujours pourvus de viscosité. Aussi n'expose t-il guère cette théorie que pour la critiquer du point de vue du physicien. Sans doute existe-t-il une théorie hydrodynamique des fluides visqueux, mais les solutions des équations qu'elle comporte sont d'une telle complexité qu'elles sont pratiquement inapplicables.

Aussi l'auteur s'est-il surtout proposé « de décrire les phénomènes, de les classer, d'en tirer les circonstances générales dans l'espoir qu'on les fera sortir des équations de l'hydrodynamique ». Il étudie ainsi les tourbillons expérimentaux rectilignes; les surfaces isobares et le gradient barométrique; les divers phénomènes atmosphériques tourbillonnaires (trombes, tornades, typhons, cyclones, anticyclones, etc.); les tourbillons des fumeurs; la convection thermique et la convection mécanique; les diverses variétés de jets; etc...

Pour écrire son livre, M. Bouasse a dû dépouiller classer méthodiquement et contrôler un nombre considérable de données dispersées dans des mémoires peu connus. Il a pris la peine de répéter lui-même les expériences qu'il rapporte et son livre contient la description de nombreuses expériences nouvelles. Il ne constitue donc pas une simple mise au point, au sens habituel de ce mot, mais une œuvre véritablement originale et où les physiciens pourront puiser de nombreux sujets de recherches extrêmement intéressantes.

A. Be.

Température des flammes, par G. Ribaud. In-8° de 44 pages. (*Conférences d'actualités scientifiques et industrielles*). Hermann et Cie, éditeurs. Paris 1930. — Prix : 5 francs.

Sous le titre « *Température des flammes* », M. Ribaud, à qui l'on doit de belles recherches sur la production, la mesure et l'utilisation des températures élevées, publie deux conférences consacrées l'une à la température des flammes, l'autre au rayonnement des gaz incandescents et des flammes.

Dans la première, il commence par rappeler ce que l'on sait de la constitution des flammes; il indique ensuite comment, à partir de données calorifiques et thermodynamiques concernant divers gaz qui interviennent dans les flammes, on peut, par un calcul thermodynamique, calculer la température de celles-ci; il expose les procédés de mesure de température des flammes soit par des méthodes directes, soit par des mesures optiques; il indique enfin les résultats concernant les températures aux divers points d'une flamme, et l'influence de la proportion des gaz.

La deuxième conférence débute par le rappel de quelques notions se rattachant au principe de Kirchhoff et à l'absorption de la lumière par les gaz. L'auteur résume ensuite nos connaissances sur le rayonnement des gaz incandescents et leur pouvoir émissif total. Il montre comment les notions précédentes permettent de définir la température de radiation d'une flamme, c'est-à-dire la température du corps noir qui aurait même rayonnement total. Il donne le résultat des mesures faites, notamment par lui-même, sur le pouvoir émissif total et la température de radiation de quelques flammes non éclairantes. Il termine par l'étude des flammes éclairantes qui ont une émission dans le spectre visible et par des considérations relatives aux pertes par rayonnement dans une flamme ou dans un gaz incandescent.

Les diverses questions exposées dans cette brochure, qui se rapportent pour la plupart à des travaux récents auxquels l'auteur a largement contribué, intéresseront vivement les physiciens et les techniciens de l'éclairage.

A. Be.

The Coconut Moth in Fiji, *A history of its Control by means of Parasites*, par J. Tothill, T.H.C. Taylor et R.W. Paine. 270 pages, xxxiv pl., 120 fig. — The Imperial Institute of Entomology, 41, Queen's Gate, S. W. 7 London 1930. — Prix L. 1.11 s. 6 d.

L'Institut Impérial d'Entomologie de Londres a publié ces derniers mois un ouvrage particulièrement remarquable à tous points de vue sur une Zygène (*Levuana iridescens* B. B.) dont la chenille dévore les feuilles de Cocotier aux îles Fiji. Cet insecte menaçait en 1925 de détruire d'une façon absolue la production de noix de coco et par cela même d'anéantir l'industrie du coprah, si importante pour ces Iles. Trois entomologistes, MM. Tothill, Taylor et Paine, eurent pour mission l'étude de la Zygène et la mise au point des procédés de lutte. L'ensemble de cette œuvre est résumé dans le livre présent. Tout d'abord un compte-rendu de la campagne 1925-1929 est donné et sa lecture permet de conclure que nous sommes en présence de la plus belle réussite de lutte biologique qu'il soit permis de constater après l'exemple classique de *Novius cardinalis* contre *Icerya purchasi*. L'insecte auxiliaire qui sauva les Cocotiers des Fiji est une mouche Tachinaire, *Ptychomyia remota* Aldrich, qui était connue comme parasite d'une Zygène voisine (*Artona catoxantha* Hamps.), à Java et aux Etats Malais. Tothill fournit tous les détails de cette acclimatation qui présentait de prime abord de très grosses difficultés. Mais, malgré la sobriété de son style, on devine à la lecture les émotions multiples qui agitèrent successivement les trois entomologistes dans la préparation et la réalisation de l'acclimatation.

Aussi quelle joie pour ces biologistes de pouvoir constater que trois ans après, *Levuana iridescens* est si rare dans les localités qui étaient les plus infectées qu'on en trouve à grand'peine quelques exemplaires en visitant plusieurs cocotiers

En dehors de cette partie économique, l'ouvrage nous apporte une étude morphologique et biologique particulièrement détaillée de *Levuana iridescens*, de *Ptychomyia remota*, des Zygènes voisines de *Levuana*, des Hyménoptères parasites de ces Lépidoptères et enfin des prédateurs tels que *Callimerus arcufer* et divers Arachnides.

Sans compter un grand nombre de figures dans le texte nous devons signaler 34 planches, très belles, dont plusieurs en couleur.

Bien qu'il s'agisse de l'étude approfondie d'insectes tropicaux, cet ouvrage, de par sa conception est appelé à rendre de grands services à toutes les personnes qui sont intéressées par tout ce qui concerne la morphologie ou la biologie des insectes. Il apporte en outre, une preuve des résultats remarquables que peut fournir une collaboration bien comprise entre plusieurs entomologistes animés par une même foi dans la réussite finale.

P. V.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 24 — 69e ANNÉE — 26 DÉCEMBRE 1931

MOYENS D'AMÉLIORER L'HYDROGÉNÈSE DANS LES RÉGIONS ARIDES

UTILISATION DES FORCES NATURELLES POUR REMONTER, A LA SURFACE, LES EAUX SOUTERRAINES

par V. NEVEUX
Ingénieur E.C.P.

Nous avons examiné, dans les articles précédents (1), les moyens de produire des nuages, et recherché comment on pourrait les faire retomber, en produisant des pluies. Aujourd'hui, je me propose de montrer la possibilité de puiser les eaux qui existent fréquemment dans le sous-sol même des déserts, eaux préservées de l'évaporation solaire, grâce à la couche de sable qui les recouvre.

Il est évident que, pour irriguer de grandes surfaces, à l'aide de ces eaux, comme on le fait, en particulier, en Australie, on ne peut utiliser que des forces naturelles. Ces forces se réduiront, en général, dans le cas présent, au vent et à la chaleur solaire, et ce n'est que sur le bord de la mer qu'il sera possible d'utiliser l'eau, ou plutôt la puissance des vagues.

Pour l'utilisation de la chaleur solaire, nous ne connaissons pas, à l'heure actuelle, d'installations importantes et pratiques, nous nous contenterons donc d'exposer les essais tentés, et les idées et principes différents, qui ont été mis en avant.

Quant à l'emploi du vent, les appareils anciens ne donnaient pas beaucoup de force, aussi leur application au cas qui nous intéresse, pourrait paraître impraticable, mais heureusement, leur étude vient d'être reprise de divers côtés, et grâce aux expériences faites en vue du perfectionnement des aéroplanes, il a été possible de créer de nouveaux types, puissants, et à bon rendement. Ce sont ces nouveaux moulins à vent que nous décrirons. S'ils ne sont pas tous encore lancés commercialement, les résultats obtenus permettent d'être assurés d'une prompte mise au point complète et, par suite, de leur utilisation prochaine.

(1) *Revue Scientifique* des 9 février, 12 octobre, 14 décembre 1929, 8 mars, 10 mai et 27 septembre 1930.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Appareils solaires. — Les premiers appareils utilisaient des réflecteurs coniques ou paraboliques, au centre desquels les rayons solaires étaient concentrés sur l'objet à chauffer, noirci extérieurement, et entouré d'une paroi de verre (1). Les rayons lumineux traversaient le verre, se transformaient en rayons calorifiques, en frappant la surface noircie, et ne pouvaient ressortir, les rayons obscurs ne traversant pas le verre. Toute la chaleur se trouvait ainsi concentrée sur et autour de l'objet central. Nous rappellerons, comme appareils reposant sur ces principes, le système Mouchot, qui est le prototype, ceux d'Abel Pifre et de Tellier. Mais, l'orientation du Soleil se modifiant continuellement, on est obligé de déplacer le réflecteur, à la main, de temps en temps, ou d'employer un héliostat, qui règle automatiquement, et d'une façon continue, cette orientation. Des installations de ce genre ont été faites en Egypte et à Saint-Louis dans l'Arkansas.

Cet héliostat augmente naturellement le prix de l'appareil, et, de plus, a besoin d'être très bien protégé contre les sables. Les réflecteurs eux-mêmes doivent être mis à l'abri des poussières, qui altèrent les surfaces métalliques, en les rayant et leur faisant perdre leur poli.

Pour éviter le déplacement du réflecteur on a modifié la forme de celui-ci, et deux réalisations pratiques, d'une certaine importance, ont été faites en Egypte et dans l'Arizona, près de Needles, aux confins de la Californie. En Egypte, on employa des cylindres, à section parabolique (voir fig. 1), suivant l'axe desquels furent disposés les tubes contenant le liquide à évaporer. Les axes des miroirs étaient orientés du Nord au Sud, et les miroirs inclinés automatiquement, au cours de la journée, afin de suivre le mouvement du Soleil. Dans ces diverses applications, on utilisa, comme liquide à vaporiser, soit de l'eau, soit une solution ammoniacale ou d'acide sulfureux, soit de l'éther ; et les vapeurs venaient agir sur le piston d'un moteur mécanique.

L'installation égyptienne, réalisée en 1912, à Méadi, près du Caire, comportait cinq éléments

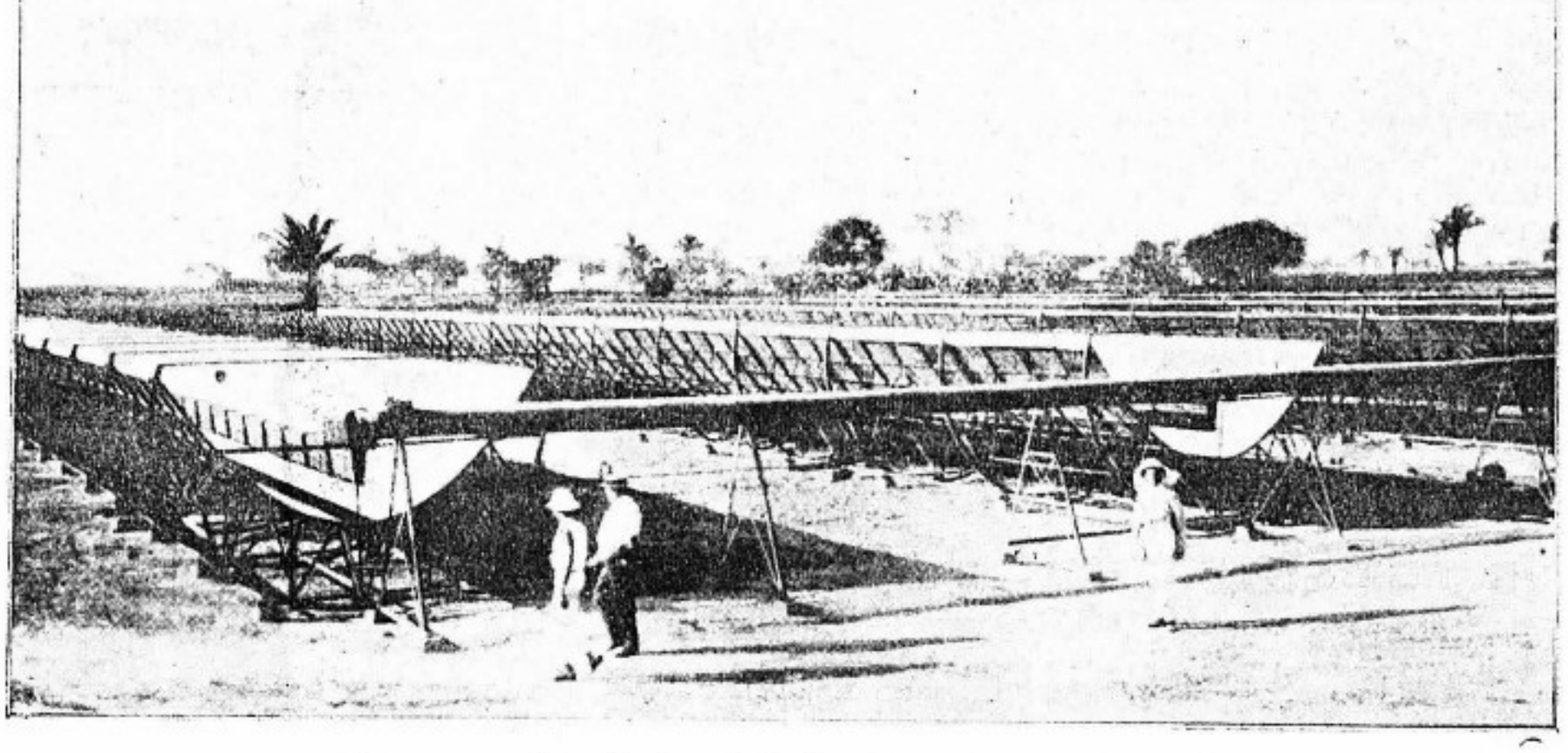


Fig. 1. — Installation de la Sun Power C° en Egypte.

de 200 pieds de longueur chacun, et la surface totale était de 13.269 pieds carrés, soit 1.234 mq. Les résultats obtenus ont atteint 586 grammes de vapeur par mètre carré et par heure, fournissant une puissance de un cheval pour une surface de 17 mq., ce qui constituait un sensible progrès sur les installations semblables, réalisées les années précédentes et qui exigeaient 28 mq. par cheval (1910) et 23 mq. (1911).

A Saint-Louis, en 1904, on utilisait l'ammoniaque pour produire une force de six chevaux ; à Needles, avec l'acide sulfureux, on put actionner une pompe exigeant 20 chevaux.

Par tous ces exemples, on voit que, jusqu'ici, on n'a pas dépassé la période des essais, l'encombrement, la dépense, la longueur des canalisations de vapeur, ne permettent pas d'atteindre de grandes puissances ; aussi a-t-on cherché à simplifier et à utiliser des principes nouveaux. Quoique ces nouveaux appareils soient restés à l'état de projets, il n'est pas moins intéressant d'en dire un mot :

M. E. Spiess a présenté, en 1928, au Congrès de l'Eau, à Alger, sa « *Centrale Solaire* », *type C. S.* Dans sa communication, après avoir fait

(1) *Recherches et Inventions* de juin 1926 et septembre 1929. *Chaleur et Industrie* de Mars 1930.

observer que la condensation d'un kilogr. de vapeur d'eau, dégageant plus de calories que n'en consomme le travail maximum que l'on peut attendre de la seule détente de la vapeur saturée, il se trouve amené à utiliser, dans son système, les principes suivants :

1° La vapeur, à basse pression, produite par la chaleur solaire, doit être détendue le plus loin possible, et avec le maximum de condensation, afin d'en obtenir le travail et le rendement maxima.

2° La chaleur spécifique de la vapeur doit être utilisée comme deuxième source d'énergie, l'opération du condenseur étant limitée à maintenir la dépression nécessaire au fonctionnement des turbines motrices.

La fig. 2 représente schématiquement l'usine

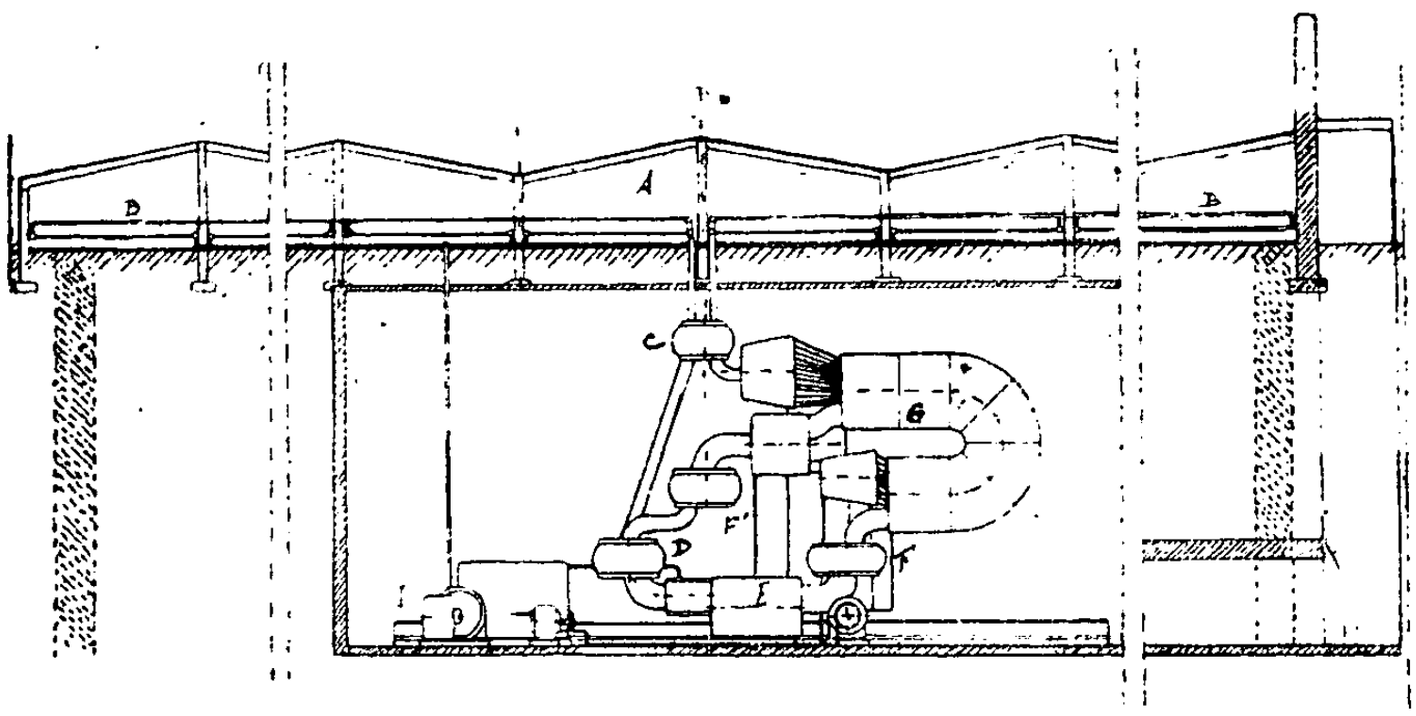


Fig. 2. — Usine solaire type C. S., (schéma).

solaire type C. S. La production de la vapeur, sa circulation et sa dégradation sont obtenues comme suit :

La chaleur, déversée par les rayons solaires, est reçue et emmagasinée dans une serre A. Elle y échauffe et vaporise, à basse pression, de l'eau enfermée et répartie dans une grande quantité de tubes minces BB disposés en une nappe horizontale, constituant une chaudière à tubes d'eau. La vapeur ainsi produite *actionne d'abord un turbo-générateur à basse pression*, puis sort, en se divisant en deux fractions, dont le travail de l'une provoquera la condensation de l'autre.

En effet, la première fraction actionne un ou plusieurs turbogénérateurs D, fonctionnant en parallèles et constituant le *deuxième étage de détente*. Une condensation partielle de cette vapeur, ainsi détendue, est effectuée dans un condenseur à mélange E, à basse température. La vapeur froide, non condensée, est extraite de ce dernier par un ventilateur F et envoyée dans un récupérateur G, où elle condense la deuxième fraction de vapeur sortie du premier turbo, et circulant dans le faisceau tubulaire intérieur du récupérateur. Les différents jets de vapeur, sortant du récupérateur, sont ensuite mélangés, puis recomprimés en H, pour retourner au turbogénérateur de deuxième étage D. Les eaux de condensation sont renvoyées à la chaudière par l'intermédiaire de pompes I.

Les condenseurs du deuxième étage, alimentés en eau à la température de 0°, ont pour but principal de maintenir la dépression nécessaire au fonctionnement continu des turbos du deuxième étage. Un groupe frigorifique produit la réfrigération nécessaire à l'alimentation en eau, à la température de 0°. Afin de réduire l'intervalle de température entre lequel fonctionne le cycle de ce groupe, et afin d'améliorer ainsi le rendement de ce dernier, les eaux froides de condensation circulent autour des parties chaudes de la machine frigorifique, avant de remonter à la chaudière.

Comme on le voit, ce système utilise de la vapeur à très basse pression, suivant le principe Claude-Boucherot, ce qui permet de mieux utiliser la chaleur solaire, avec condensation à basse température, pour augmenter la vitesse de la vapeur, par accroissement de la chute de tension.

En 1921, M. Caufournier avait déjà proposé un système reposant sur le principe Claude-Boucherot, pour utiliser la chaleur des eaux thermales, ainsi que la chaleur solaire. Voici comment M. Caufournier décrit son procédé (1) :

« L'usine solaire comprend (fig. 3) :

1° Un nombre suffisant d'éléments de récepteurs solaires système Berland ;

2° Un ou plusieurs réservoirs tampons ;

3° Un nombre suffisant de générateurs auto-évaporateurs ;

4° Une pompe de circulation et une pompe à vide ;

(1) *Génie civil* des 8 janvier 1921 et 7 avril 1923.

5° Un surchauffeur, pour sécher la vapeur et accroître la température d'utilisation, chauffé par du combustible ;

6° Une machine à piston ou une turbine à vapeur ;

7° Un condenseur et ses organes annexes.

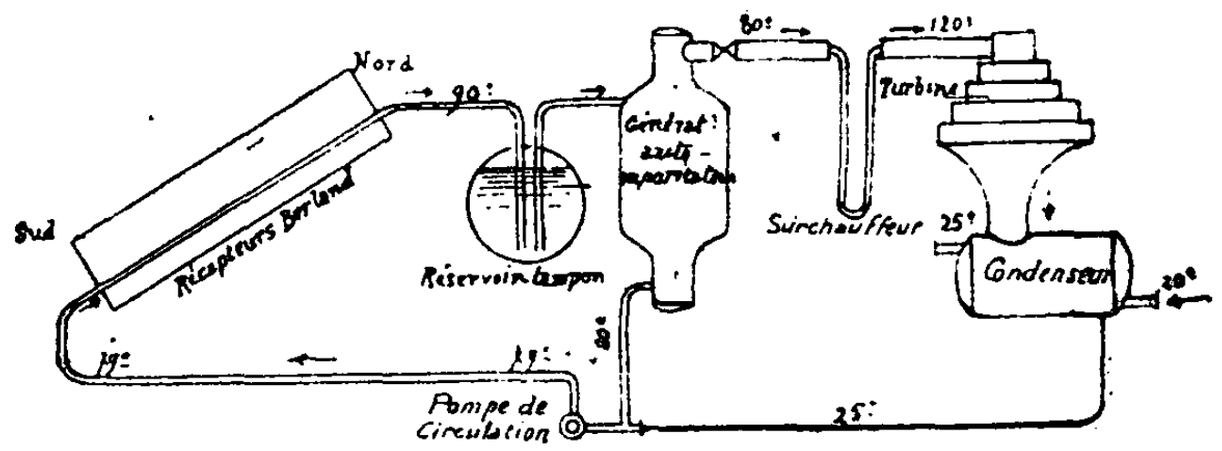


Fig. 3. — Schéma d'une usine solaire système Berland-Caufournier.

Le récepteur solaire, système Berland (fig. 4), se compose d'un miroir en forme de cylindre parabolique. L'axe, au lieu d'être horizontal, est parallèle à l'axe de la terre, de sorte que les rayons solaires sont normaux à cet axe, aux équinoxes, et frappent le réflecteur, sous un angle encore assez faible, aux solstices. L'appareil se présente donc dans de meilleures condi-

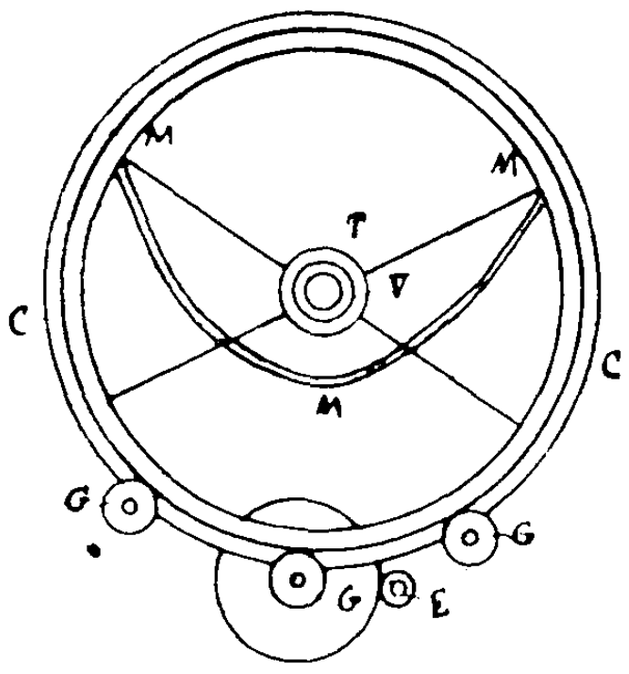


Fig. 4. — Récepteur solaire Berland.

tions d'insolation, que si l'axe était horizontal, et favorise la circulation naturelle de l'eau, en alimentant le bouilleur par le bas. L'inclinaison des rayons solaires reste constante au cours d'une journée, en imprimant au miroir un mouvement de rotation uniforme. Le tube bouilleur, placé suivant l'axe du réflecteur, est en cuivre rouge ou en aluminium noirci, et entouré d'un ou deux cylindres de verre, s'opposant au rayonnement de la chaleur obscure du tube, comme dans l'appareil Mouchot. L'air est raréfié entre ces cylindres et le tube, afin de supprimer les pertes par convection ».

L'eau, échauffée vers 90° dans les récepteurs solaires, est ramenée à 80° dans les auto-évaporateurs, d'où la vapeur s'échappe pour passer au surchauffeur, et de là à la turbine. Au sortir de la turbine, la vapeur est envoyée au condenseur. L'eau condensée est alors reprise par une pompe, qui la renvoie à l'appareil solaire Berland. Comme il est facile de s'en rendre compte, l'eau circule en circuit fermé. La condensation est assurée par les eaux d'irrigation, pompées en dessous des sables.

M. Dessoliers, l'ingénieur dont nous avons eu déjà fréquemment l'occasion de parler, dans nos articles, a aussi étudié un appareil solaire Il s'est proposé, pour éviter les déperditions de calorique dans les tuyaux, reliant les divers appareils solaires à la machine à vapeur, de concentrer les rayons solaires, recueillis par divers réflecteurs, en un seul point, où se trouve la chaudière ou le vaporisateur, de faible volume, et au voisinage immédiat de la machine motrice. Il emploie donc, ainsi que le montre la figure 5, une série de réflecteurs, commandés par héliostats, pour renvoyer les rayons solaires, et les concentrer en un point, ou foyer, dans une cavité, sur les appareils évaporatoires, ou sur des substances emmagasinant la chaleur, comme des briques, des mâchefers, etc. Il suffira alors de faire passer de l'air sur ces substances, portées à haute température, pour l'échauffer, et en le faisant circuler au travers des tubes d'une chaudière, on produira de la vapeur.

Il est à noter que ces rayons lumineux peuvent être transmis à une centaine de mètres de distance, sans pertes sensibles, et que le fait de concentrer ces rayons en un seul point, permet d'obtenir, en ce point, une température élevée, et qu'il est alors possible, d'abord, de concentrer les rayons recueillis sur une surface considérable de terrain, et ensuite d'utiliser de la vapeur à haute température et pression, sans risque d'avoir un mauvais rendement, comme cela se produisait, dans certains dispositifs précédemment décrits, par suite du refroidissement de la vapeur dans les conduites reliant le vaporisateur à la machine motrice.

Le réglage de l'air chaud, à travers la chaudière, se fera par vannes. Suivant les besoins

en vapeur ou en force motrice, on ouvrira plus ou moins les vannes d'arrivée d'air, réglage qui pourra être rendu automatique.

Nous avons dit précédemment qu'on reprochait aux réflecteurs de se rayer et de se dépolir ; mais, jusqu'ici, ces réflecteurs étaient

Afin d'éviter l'orientation du dispositif récepteur des rayons solaires, suivant la position du Soleil dans le ciel, et de supprimer les miroirs, M. Duclaux emploie un disque plat, noirci sur sa face antérieure, argenté sur l'autre et placé dans le vide. Il propose de produire ainsi de la

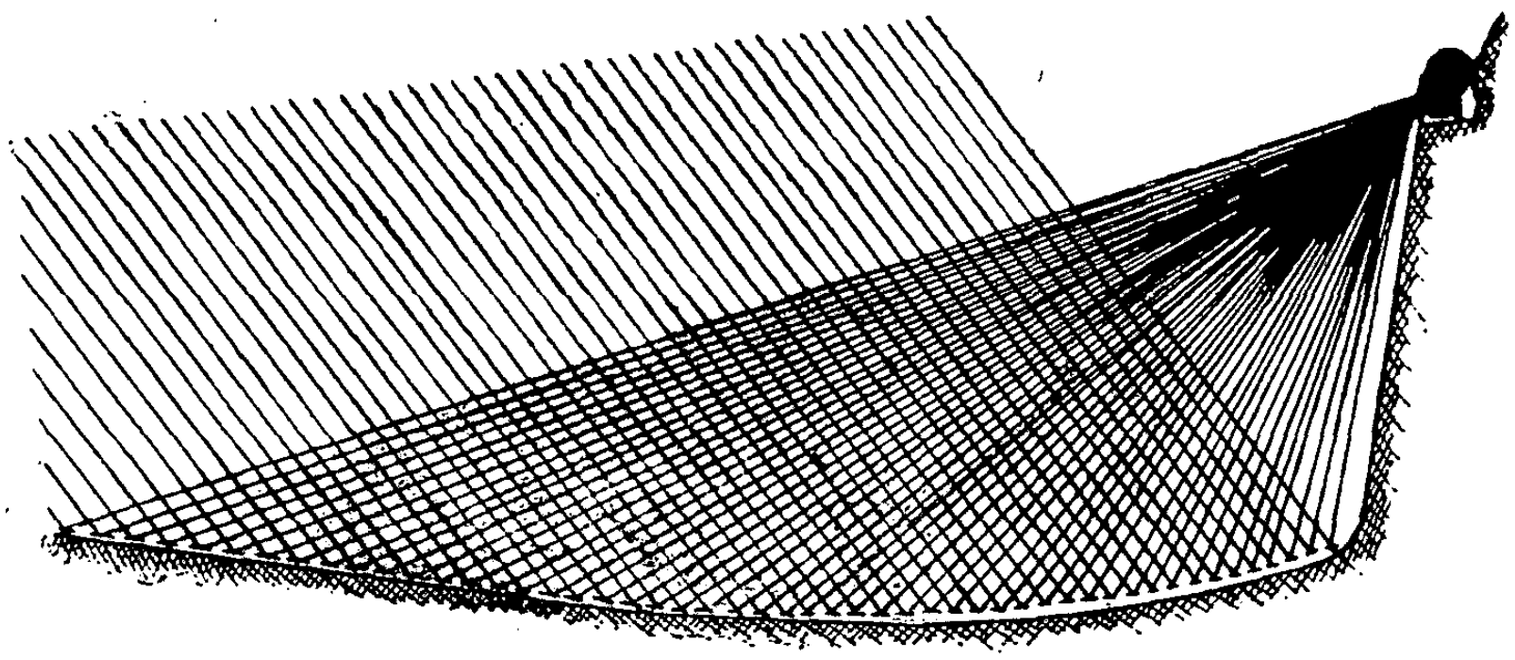


Fig. 5. — Appareil solaire, système Dessoliers.

faits en cuivre ou en métal facilement altérable, alors que M. Dessoliers se propose d'employer les nouveaux alliages de très grande dureté. Il y a là, en effet, une idée intéressante, et qui mérite d'être expérimentée.

On a aussi proposé un système tout différent, pour l'utilisation de la chaleur des rayons solaires (1) : on dispose des colonnes ou conduites, de large diamètre, sur le versant d'une montagne, et, à la partie inférieure de cette conduite, une large chambre s'étendant sur le sol, en éventail. Les côtés de cette chambre peuvent être de construction quelconque, mais le dessus est formé d'un vitrage laissant passer les rayons solaires. De préférence, on noircira les côtés et le sol, pour améliorer le rendement, en assurant la transformation des rayons lumineux en rayons calorifiques. Sous l'action du Soleil, l'air s'échauffe dans la chambre en éventail, monte dans la colonne et vient agir sur une hélice ou roue de moulin à vent, placée à la partie supérieure. Ce système est très simple, mais quel sera le rendement final ? en tous cas, son application se trouve limitée aux régions montagneuses, et il y aura lieu de protéger la conduite contre le refroidissement, dans les couches d'air supérieures.

Nous citerons encore les appareils proposés par M. J. Duclaux (2) et par M. A. Dauvillier (3).

(1) Voir *Je sais Tout*, d'août 1929.

(2) *Journal de Physique et le Radium*, Décembre 1930, page 157 S.

(3) *Journal de Physique et le Radium*, Janvier 1931, page 11 S.

vapeur sous pression sans préciser le moyen de transmettre à l'eau, les calories absorbées par le disque.

Ayant fait des expériences en petit, en recouvrant de noir de fumée, la face tournée vers le Soleil, il a obtenu, avec un vide imparfait, à fin octobre, vers midi, une température de 131°.

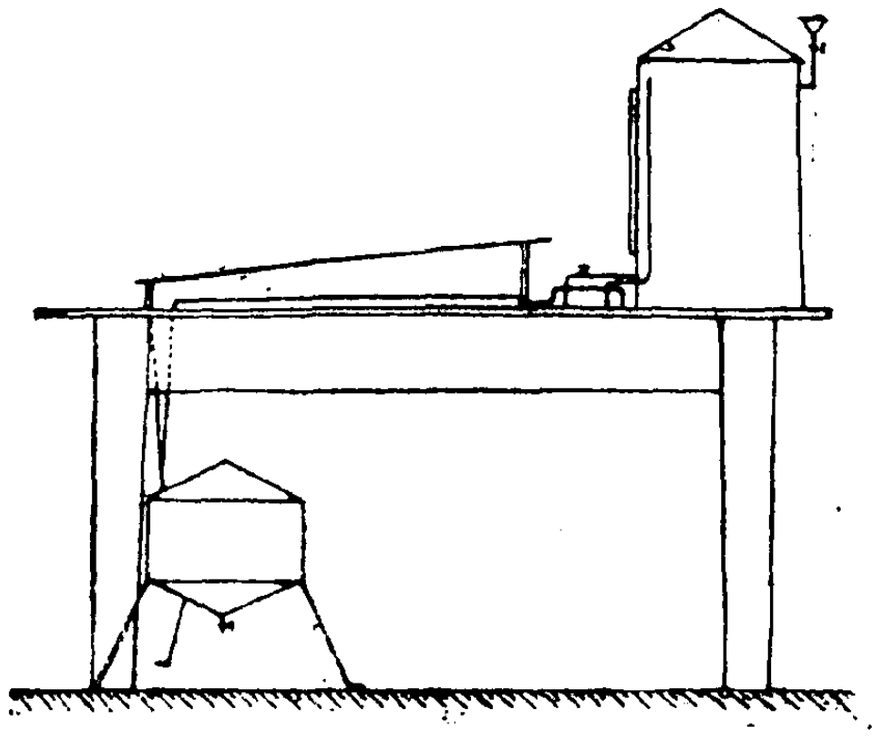


Fig. 6. — Schéma de l'appareil Ginestous.

Dans nos climats, M. Duclaux conseille de placer ces appareils solaires, à de grandes altitudes (1.400 mètres), afin de pouvoir utiliser les rayons solaires toute l'année.

M. A. Dauvillier fait remarquer que les appareils Duclaux, installés à de grandes altitudes (3.500 mètres), pourraient utiliser les neiges pour produire un refroidissement, augmentant ainsi le rendement, en facilitant la condensation

de la vapeur. En même temps, cette neige, réfléchissant les rayons solaires, permettrait, le récepteur solaire étant au centre d'une cuvette naturelle, de concentrer les rayons sur ledit récepteur.

M. Dauvillier préconise ensuite une disposition toute particulière, reposant sur le principe du radiomètre de Crookes, et formée d'un stator métallique étanche, refroidi par un courant d'air froid, et muni d'une fenêtre transparente, sous laquelle se déplaceraient des palettes noircies, portées par le rotor. Celui-ci entraînerait une génératrice électrique, disposée dans le stator. La pression dans le stator serait maintenue à quelques dizaines de baryes. La machine devant tourner à grande vitesse, les pertes par frottement seraient ainsi réduites.

Le fonctionnement de cet ensemble pourrait être rendu automatique, le rotor étant lancé par une batterie d'accumulateurs, sous le contrôle d'une cellule photo-électrique, exposée à la lumière du jour.

Comme nous venons de le voir, au point de vue utilisation de la chaleur solaire, bien peu d'essais ont encore été faits, et on ne trouve guère, en face de soi, que des projets, certains fort ingénieux ; mais, comme ils n'ont pas été expérimentés, il est difficile d'en voir les lacunes, aussi croyons-nous intéressant de décrire l'appareil construit par M. Ginestous, chef du service météorologique tunisien, pour la distillation et l'épuration des eaux, en utilisant la chaleur solaire. Il y a là une application bien mise au point, qui se développe et se répand dans les pays chauds, où l'on ne trouve souvent que des eaux boueuses ou chargées de sels. Cet appareil est fort intéressant, car il permet de se rendre compte des dispositions à adopter pour avoir une bonne utilisation de la chaleur solaire et, en même temps, il sera possible d'établir, dans de nombreuses régions, la puissance calorifique dont on peut disposer, grâce à l'expansion rapide de ces appareils. Voici la description que l'auteur en a donnée au Congrès de l'Eau, à Alger, en 1928 :

L'appareil comprend quatre parties essentielles (fig. 6).

1° Un châssis d'insolation ;
2° Un réservoir d'alimentation ;
3° Un régulateur-distributeur ;
4° Un réservoir de réception des eaux purifiées.

Le châssis d'insolation est une caisse plate, en bois ou matériaux mauvais conducteurs de la chaleur, dont le dessus (surface d'insolation), est constitué par une lame de verre ordinaire, assez fortement inclinée sur l'horizontale, et dont le fond est occupé par un bassin métallique plat, de quelques centimètres de hauteur : c'est le *bassin d'évaporation*, dans lequel l'eau à épurer pénètre par une tubulure placée en avant (partie haute du châssis), et sortant du châssis, pour se connecter au régulateur-distributeur.

Sous la partie la plus basse du châssis, et en avant du bassin d'évaporation, est un entonnoir aplati, qui s'allonge sur toute la largeur du bassin. C'est dans cet entonnoir que viendra tomber, goutte à goutte, l'eau épurée, qui sera conduite au réservoir de réception. La chute d'eau est assurée par un buttoir vertical, fixé à l'intérieur, au bas de la surface d'insolation. Enfin tout l'intérieur du châssis (parois et bassin d'évaporation), est peint en noir mat.

Le bassin d'alimentation est destiné à recevoir l'eau à épurer. C'est un cylindre en fer galvanisé de 60 centim. de hauteur sur 40 cm. de diamètre ; il est à fond plat et à couvercle légèrement conique. Il est clos de toutes parts. A sa partie supérieure, il porte une ouverture munie d'un robinet et d'un entonnoir, pour le remplissage . A sa partie inférieure, il présente deux ouvertures, portant chacune une tubulure se rendant au régulateur. L'une d'elles est munie d'un robinet, livrant passage à l'eau, l'autre est un simple tube qui va, d'une part au régulateur, et, d'autre part, remonte à l'intérieur du bassin d'alimentation, jusqu'au voisinage du couvercle. Cette tubulure, ouverte aux deux bouts, laisse passer l'air, à mesure que l'eau s'écoule du bassin d'alimentation.

Un tube de niveau, placé latéralement, renseigne sur la quantité d'eau contenue dans le bassin alimentateur.

Le régulateur-distributeur est un vase cylindrique bas, de 20 cm. de diamètre sur 5 cm. de hauteur. Par une tubulure inférieure, il est raccordé au bassin d'évaporation. Vers son centre, et dans le voisinage du fond, viennent aboutir les deux tubulures intérieures du bassin d'alimentation, l'une amenant l'eau, l'autre laissant passer l'air. Ces deux tubulures ont leur ouverture taillée en biseau. Enfin, sur le côté, le régulateur est muni d'un trop-plein, qui, en cas d'alimentation exagérée ou accidentelle, conduit l'excès d'eau à l'extérieur.

Le réservoir de réception est un récipient en fer galvanisé, d'un volume de 8 à 10 litres. A sa partie supérieure, se trouve une ouverture dans laquelle s'engage l'entonnoir amenant l'eau distillée. Sa partie inférieure est munie d'un robinet de vidange. L'eau épurée s'y accumule à mesure de la formation, et y reste en réserve, en attendant son utilisation.

Les diverses parties de l'appareil sont placées sur une table qui, dans le sens de la longueur, est orientée Nord-Sud, et dans l'ordre suivant, du Nord vers le Sud : bassin d'alimentation, régulateur, châssis. Ce dernier présente sa surface d'insolation, surface inclinée, vers le Sud. Enfin, le réservoir de réception est placé sous la table.

Pour la mise en marche, on remplit le bassin d'alimentation (le niveau d'eau qu'il porte latéralement, rend compte, à tout instant, de la quantité d'eau qu'il contient). On ferme le robinet de remplissage, on ouvre ensuite le robinet de vidange. L'eau coule dans le régulateur et se rend dans le bassin d'évaporation, placé sur le même niveau horizontal. Lorsque celui-ci contient 1 cm. à 1,5 cm. de hauteur d'eau, le tube à air du régulateur est obstrué par l'eau et l'alimentation cesse. Elle reprendra automatiquement à mesure de l'évaporation. A ce moment, l'appareil est prêt à fonctionner.

Le châssis d'insolation est une caisse d'absorption de chaleur solaire lumineuse. Cette chaleur traverse le verre, et est absorbée par les parois intérieures noircies. Celles-ci, chauffées, rayonnent, à leur tour, de la chaleur obscure qui, ne pouvant s'échapper à travers la lame de verre, reste emprisonnée. Ainsi la température de l'intérieur du châssis s'élève rapidement.

Avec une surface de 69,35 d.m.q. (0,95 × 0,73) on a obtenu un rendement de 2.159 grammes par jour, ce qui correspond à un rendement moyen de 3.128 grammes par mètre carré. En prenant, comme rendement moyen trois litres par mètre carré, on voit qu'avec une surface d'insolation de 10 mq., on obtiendra 30 litres par jour ; avec 20 mq., 60 litres, et avec 30 mq., 90 litres, pour une durée de 8 heures environ, soit $\frac{3.128}{8} = 400$ grammes par heure et par mètre carré.

MM. Richard, directeur du Musée Océanographique de Monaco, Maurain, directeur de l'Institut de Physique du Globe et Brazier, directeur de l'Observatoire du Parc St-Maur, ont expérimenté des appareils analogues, le premier pour la distillation de l'eau salée, et ont obtenu également des résultats fort intéressants.

Pour bien comprendre l'importance du rendement ainsi obtenu, nous allons rappeler ceux de divers appareils précédemment décrits :

L'appareil Schuman, décrit dans le *Génie Civil* du 4 novembre 1911, et expérimenté à Philadelphie, aurait produit, en 10 heures, 2.190 kgr. de vapeur avec 478 mq. de surface de chauffe, soit 458 grammes par mètre carré et par heure.

L'installation du Caire (voir *Génie Civil* du 11 juillet 1914), aurait produit 500 kgr. de vapeur à 1 kgr. 05 de pression, par heure, pour 1.234 mq., soit 400 grammes par mètre carré et par heure.

Dans *Recherches et Inventions* de juin 1926, M. Maurain donne, comme maximum de rendement, en 1919, des appareils Schuman à ammoniaque ou à acide sulfureux, les chiffres de 366 grammes par mètre carré et par heure, ou un cheval pour une surface de 28 mq.; et en 1911, à la suite de modifications, 440 grammes de vapeur par mètre carré et par heure, soit un cheval par 23 mq.; enfin, en 1912, à Méadi, près du Caire, après de nouvelles modifications, on aurait obtenu 586 grammes de vapeur, par mètre carré et par heure, soit un cheval pour une surface de 17 mq.

Les chiffres, donnés par M. Ginestous, se rapportant à de nombreux essais, peuvent être considérés comme acquis, alors que les autres ne se maintiendraient sans doute pas en régime continu. De plus, dans l'appareil Ginestous, il n'y a pas de récupération de calories de chaleur latente, lors de la condensation, ce qui permettrait, d'après le Dr Pasteur (1) d'améliorer considérablement le rendement, mais aurait l'inconvénient de compliquer l'appareil. Enfin, nous indiquerons que M. Abbot, ayant fait des recherches sur la constante solaire, a trouvé qu'on pouvait admettre 1,93 calories-gramme par cmq. et par minute, dans les régions chaudes. D'autres expérimentateurs ont trouvé, au Parc St-Maur, près Paris, 1,44 calories, à Montpellier 1,42, à Ténérife, 1,32 à une altitude de 360 mètres, et 1,54 à 3.683 mètres, à Washington. Tous ces chiffres sont des maxima et suivant les journées, ils peuvent varier de 1 à 3).

D'après M. Spiess, le rendement idéal serait de un cheval par mq. et on ne pourrait recueillir pratiquement, que le dixième des calories reçues, soit un kilogr. de vapeur par mq. de surface exposée au Soleil.

Nous ne nous étendrons pas plus sur cette question, et renverrons le lecteur aux articles très documentés de M. Boutaric, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon (2). On y trouvera de nombreux chiffres sur le rayonnement solaire, suivant l'heure, la saison, les régions, ainsi que les méthodes de mesure de ce rayonnement (Pouillet, Abbot et Fowle, Violle, Angström). Egalement, le rapport de M. Ginestous, au Congrès de l'Eau de 1928, fournira de nombreux chiffres pour la région tunisienne.

Moulins a vent. — Ce genre d'appareil, resté longtemps sans amélioration sensible, et dont l'utilisation était de plus en plus rare, est, à l'heure actuelle, très étudié. Grâce aux recherches sur les formes les plus avantageuses des ailes d'aéroplanes, la manière dont les courants d'air frappent les diverses surfaces, etc., on a pu améliorer les anciens moulins à vent, et nous allons présenter de nombreux types nouveaux, de bon rendement, et permettant d'établir des modèles de grandes dimensions, donc

(1) *Recherches et Inventions* de juin 1927 et janvier 1929.

(2) *Chaleur et Industrie* de février 1930. Rapport de M. Ginestous au Congrès de Meaux, en 1928.

capables de produire de grandes forces, ce qui est indispensable dans le cas que nous envisageons. Déjà quelques applications en ont été faites en Australie et dans l'Algérie du Sud.

Les premiers qui, à notre connaissance, tentèrent de réaliser des moulins de grande puissance, donc d'établir de très grandes roues, furent : Mac Master, en Australie et M. Darche, en Algérie. Leurs roues sont du type américain, c'est-à-dire avec des ailes couvrant à peu près complètement la surface de la roue. De nombreux modèles de ces roues, produisant 2 à 3 chevaux, sont en service, mais la roue étant en porte à faux, il était difficile d'en augmenter beaucoup le diamètre. Dans les modèles Mac Master et Darche, que nous allons décrire, l'axe portant la roue repose, en avant et en arrière, sur des coussinets, ce qui lui assure une parfaite stabilité, toutefois, il a fallu étudier des dispositifs spéciaux pour permettre la rotation et l'orientation de la roue, c'est ce qui caractérise chacun de ces moulins à vent.

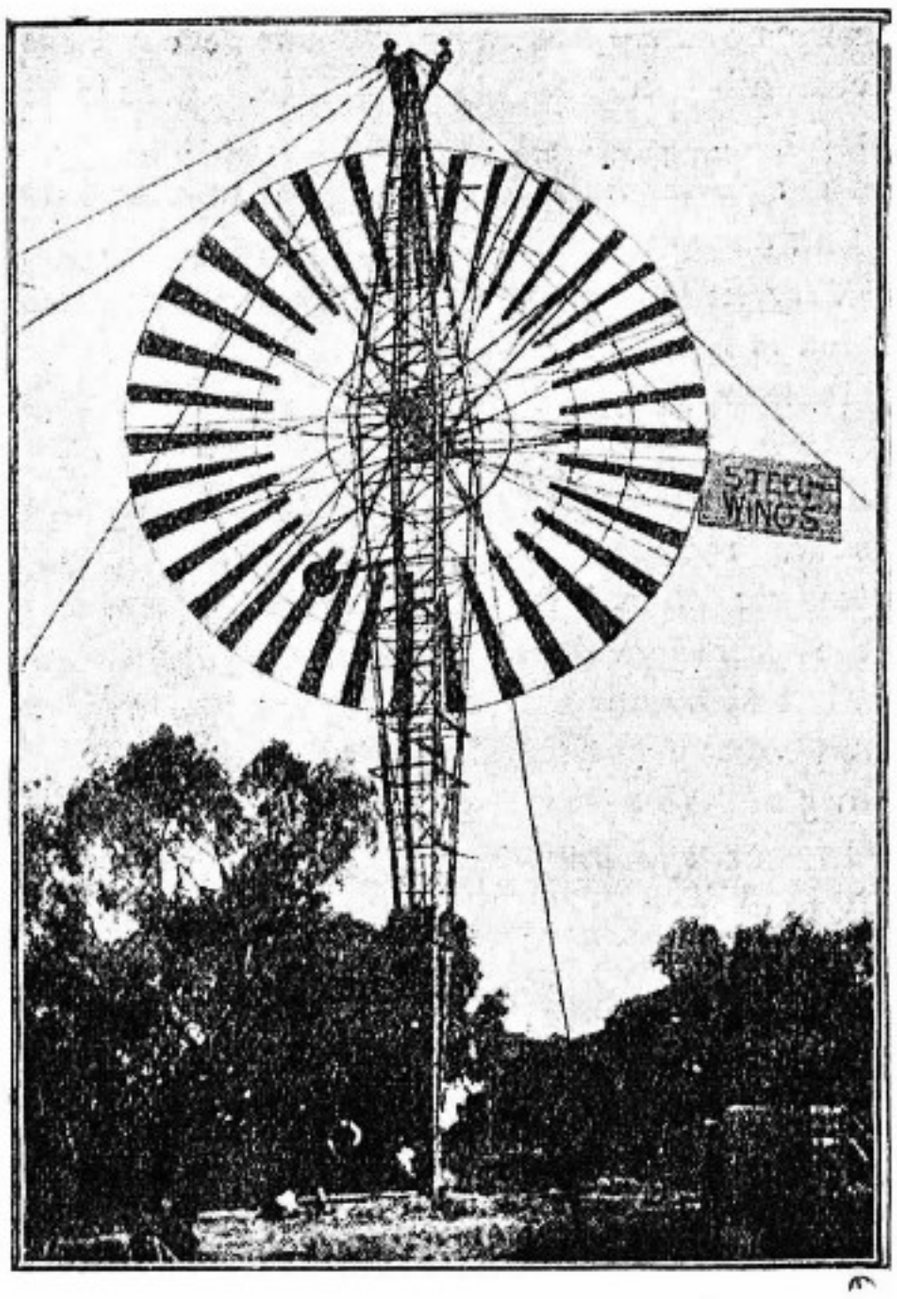


Fig. 7. — Moulin Mac Master.

Moulin Mac Master. — La figure 7 en représente l'ensemble. Une poutre verticale, séparée en deux, dans son milieu, reçoit la roue, dont l'axe repose, de part et d'autre, dans des coussinets, fixés sur la charpente métallique. Cette poutre est terminée à ses deux extrémités par des pivots métalliques. Celui, placé à la partie supérieure, s'engage dans une crapaudine à bain d'huile, maintenue par des câbles d'acier, dont les extrémités sont fixées au sol, loin de la roue, afin de la lui faire éviter. L'axe inférieur est creux, pour laisser passer la tige de la pompe, et repose sur un palier à rouleaux, fixé sur une traverse en bois reposant sur le sol ou sur les pierres de l'entourage du puits. Une queue ou gouvernail, fixé à la poutre verticale, fait tourner l'ensemble, pour maintenir la roue dans le vent. Ce gouvernail n'est pas fixé rigidement à la poutre, mais par des articulations, ce qui lui permet de faire un angle variable avec le plan de la roue, et un contrepoids maintient, au repos, la queue dans une position perpendiculaire ; mais, quand le vent dépasse certaines limites de vitesse, l'angle se modifie, de manière à présenter la roue obliquement, par rapport à la direction du vent, pour éviter une trop grande vitesse de rotation ; et même, par très grands vents, le gouvernail vient se mettre dans le plan de la roue, pour effacer complètement celle-ci.

Aux deux extrémités de l'arbre de rotation, se trouvent des manivelles, actionnant, par bielles, une fourche fixée à la tige de la pompe, tige qui passe à travers l'axe inférieur, de sorte que les efforts sont transmis directement, et avec le maximum de rendement.

Ce système est appliqué en Australie, sur les confins du désert, pour remonter, à la surface, les eaux qui sont à faible profondeur, ce qui permet, grâce à l'irrigation, de remettre les terres en culture (1).

Moulin Darche. — Dans les territoires du Sud de l'Algérie, M. Darche, ingénieur des Ponts et Chaussées, a installé plusieurs moulins à vent de son système, pour élever l'eau. La photographie (fig. 8) représente une de ces installations, située à Hani-Bahbah, qui alimente, en eau potable, prise à 40 mètres de profondeur, habitants et nomades, sur une surface de plus de 40 kilomètres de rayon.

Ici on emploie deux grandes roues, type américain, suspendues par un axe reposant, en avant et en arrière, sur des coussinets, et montées symétriquement, à droite et à gauche, sur une grande charpente verticale mobile ; mais au lieu d'employer des fils d'acier, comme précédemment, pour maintenir cette poutre en position verticale, ce qui nécessite des câbles de très grande longueur, M. Darche supporte celle-ci à l'intérieur d'un chevalement portant, à mi-hauteur, un grand roulement centrant la poutre, qui repose, à sa partie inférieure, sur une crapaudine. L'orientation est donnée par un grand gouvernail, et la régulation de la vitesse de rotation est obtenue en montant, sur des

(1) Voir l'*Industrie électrique* du 10 mai 1930.

axes, les différentes ailes, et en les maintenant en position par des ressorts. De la sorte, quand le vent croît, les ailes cèdent, modifiant l'angle d'attaque du vent, et cela d'autant plus, qu'il souffle plus violemment.

Les deux roues sont reliées à un axe central, par courroies ou chaînes de Galle, et sur cet

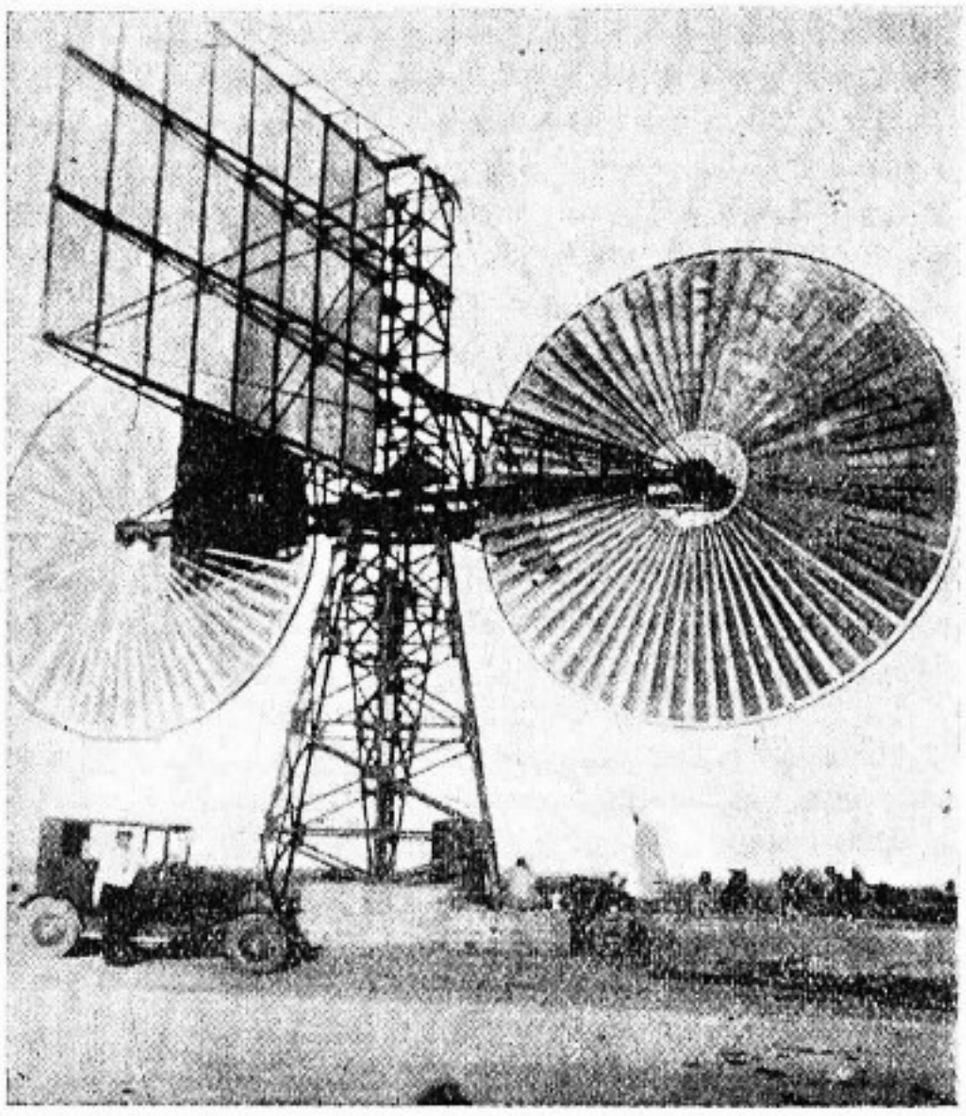


Fig. 8. — Moulin Darche.

axe central se trouve la bielle actionnant la tige de la pompe.

Les deux roues sont construites comme des roues de bicyclettes, et c'est autour des rayons que pivotent les ailes.

Le tout est construit très robustement pour résister aux grands vents que l'on rencontre dans cette région.

Nous ne nous étendrons pas plus sur cet appareil dont la photographie permet de bien comprendre la disposition ; et nous continuerons notre étude, en décrivant des moulins, de principes tout nouveaux, et utilisant les recherches faites sur les ailes d'aéroplanes .

Les premiers en date, sont ceux de Povl Vinding et R. Jensen (1), construits à Copenhague, et l'*Adler*, construit à Heide (fig. 9). Le nombre des ailes varie suivant les dimensions de la roue ; mais on remarquera que la forme de l'aile est absolument semblable à celle des ailes d'avions. Dans le moulin P. Vinding, la carcasse intérieure de l'aile est identique à celle employée en aviation. Cette carcasse est en bois,

(1) Voir l'*Electricien* du 15 septembre 1926.

recouverte d'une feuille mince métallique. Le réglage de ce moulin s'obtient en faisant tourner les ailes autour de l'axe qui les traverse, et qui est dirigé suivant les rayons de la roue. Ce mouvement de rotation est obtenu automatiquement, en agissant sur l'ensemble des ailes, à l'aide d'un régulateur à force centrifuge. Enfin, l'orientation de la roue, face au vent, s'obtient à l'aide de deux petites hélices, dont l'axe est perpendiculaire à celui de la grande roue, et font tourner celle-ci, à l'aide de vis sans fin et d'engrenages.

Dans le moulin Adler, c'est l'angle du gouvernail, par rapport au plan de la roue, qui varie suivant la vitesse du vent.

On a aussi utilisé l'hélice d'entrainement des aéroplanes, mais en modifiant le pas, comme roue de moulin à vent. Nous citerons comme exemples :

1° L'aéro-dynamo, hélice montée en arrière

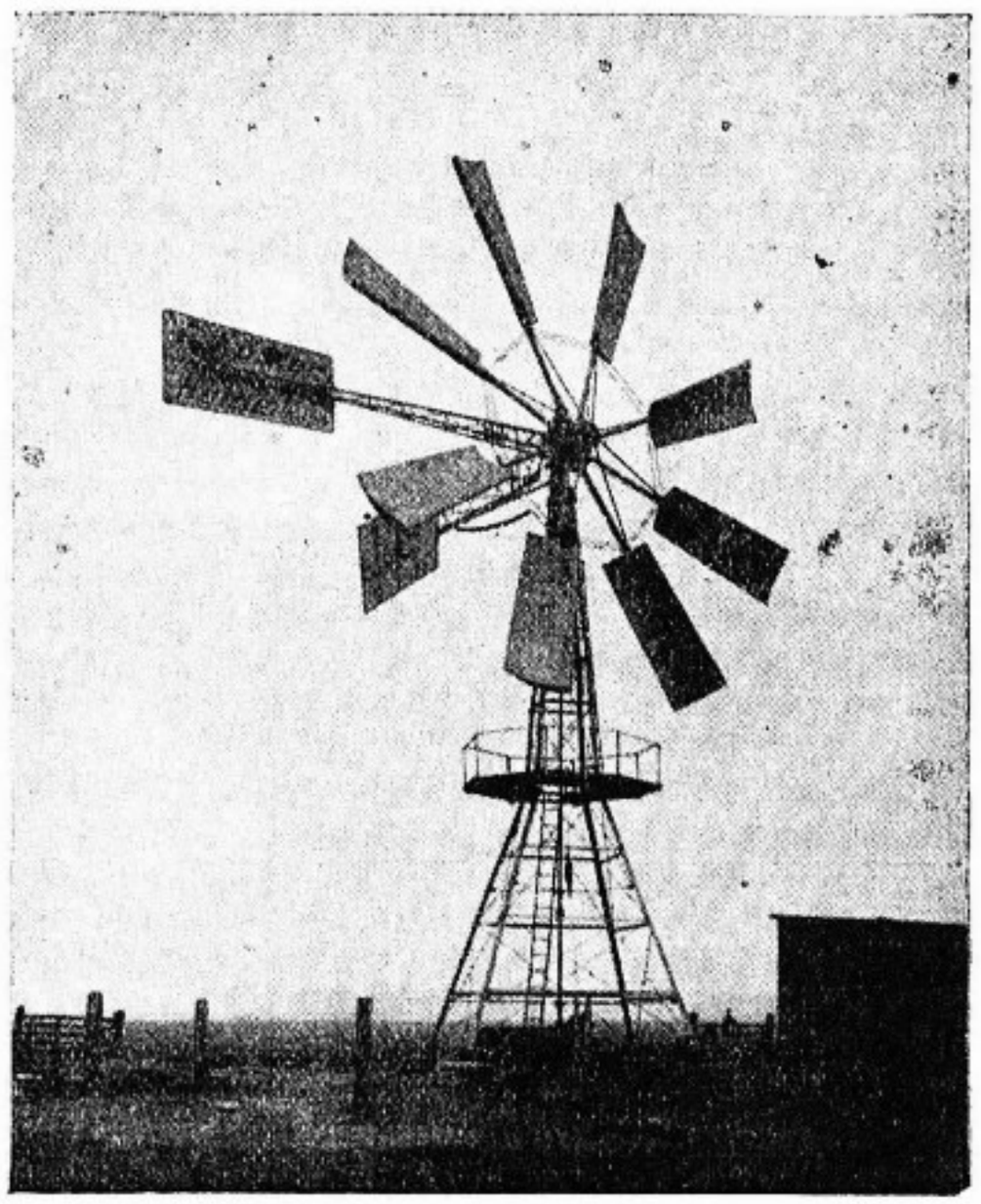


Fig. 9. — Moulin type « Adler ».

d'un pylone en ciment armé. Par suite de cette disposition de l'hélice, en arrière, elle s'oriente seule, et on peut supprimer la queue. L'hélice se fait à 2 ou 4 pales. Cette dernière est préférée, comme donnant un fonctionnement plus régulier ;

2° Le dispositif Constantin. Ici l'hélice est toujours à 2 pales et la roue est en avant du pylone, ce qui nécessite l'emploi de petites roues auxiliaires pour l'orientation, et la régu-

lation est faite par une hélice spéciale, qui, suivant la vitesse du vent, présente la grande roue plus ou moins normalement à la direction du vent, et fait effacer complètement celle-ci, par grand vent ;

3° L'aérodyne, qui utilise deux hélices à deux pales tournant en sens inverse et commandant l'arbre par un différentiel. Les roues sont en avant, et un gouvernail les maintient dans le vent.

Nous allons présenter maintenant des modèles plus récents, dont les particularités et principes nouveaux sont fort intéressants. Toutefois, nous n'entrerons pas dans plus de détails

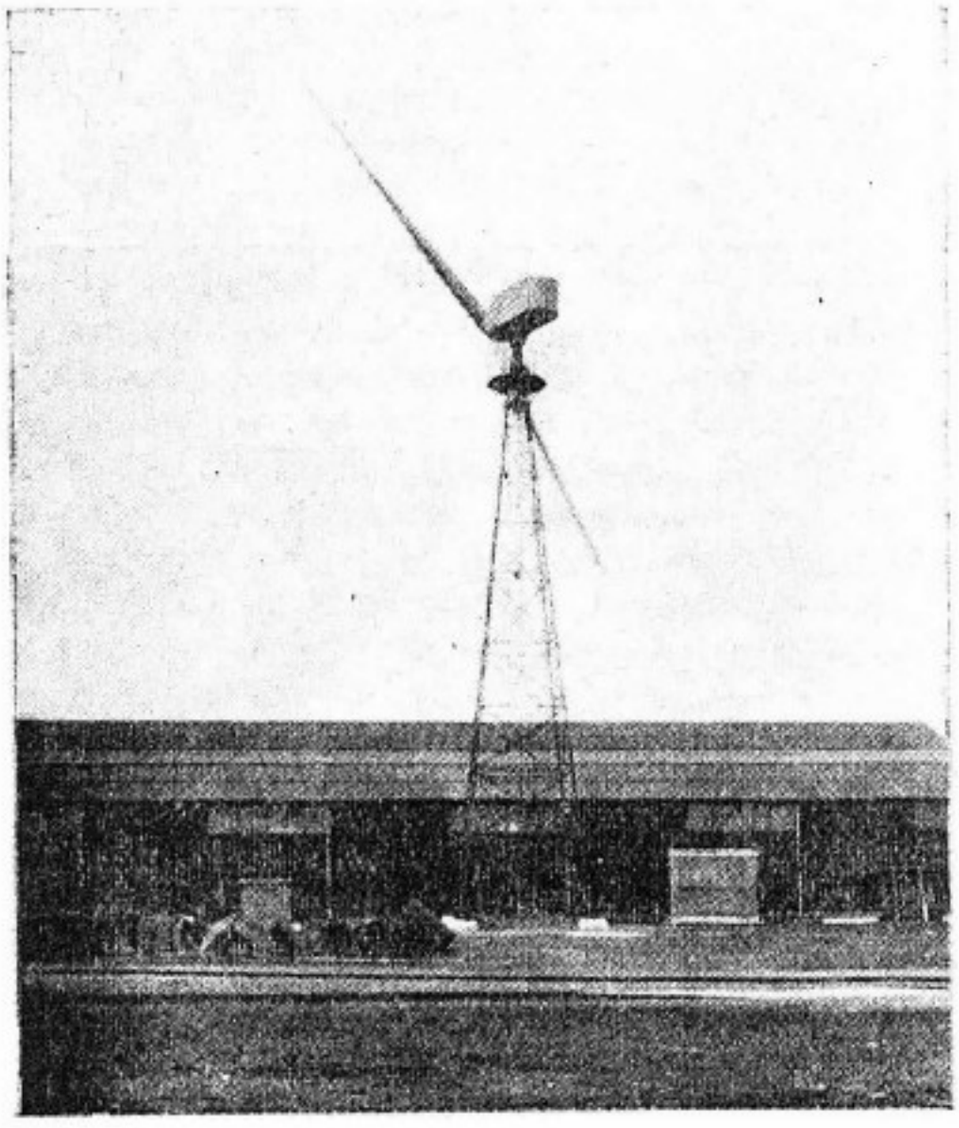


Fig. 10. — Moulin Darrieus.

que pour les modèles précédents, renvoyant, pour plus amples renseignements, à notre article paru dans *l'Industrie Electrique* du 10 mai 1930.

Moulin à vent Darrieus. — Il se caractérise par une grande simplicité et une grande légèreté de construction, ainsi que par la suppression de tout dispositif d'effacement par grand vent, les ailes sont très fines aux extrémités, comme on le voit en figure 10.

Ces moulins se font à 2, 3 ou 4 pales, de préférence à 3 pales, le démarrage étant alors plus facile qu'avec deux pales seulement. Ils tournent à grande vitesse, les ailes sont très étroites, et, caractère particulier, plus étroites à leur extrémité qu'au centre. C'est cette faible surface des pales qui permet de laisser le moulin, en marche ou à l'arrêt, exposé au vent, même par tempête.

Les ailes tournant très vite, se trouvent soumises, en marche normale, à un assez grand effort, aussi a-t-on dû les étudier pour résister à cet effort, ce qui a été réalisé en doublant la pale sur la première moitié, en partant du centre, et en la courbant, en sorte que la force centrifuge tend à la redresser, en annulant la flexion sous l'action du vent.

Dans la partie doublée, la pale est encore renforcée par des entretoises, et, au besoin, par des diagonales. L'entrecroisement des pales est également amélioré, du fait que celle-ci est doublée au centre, sans que la résistance au vent se trouve sensiblement accrue, vu la faible épaisseur des éléments.

Le profil adopté pour les ailes est celui de Youkowski, donnant une très grande finesse et des qualités aérodynamiques reconnues.

L'application à la production de l'énergie électrique est justifiée par la grande vitesse de rotation de la roue, et offre une grande simplicité de commande en améliorant le rendement. Il suffit d'un multiplicateur à engrenages, entre la roue et la dynamo, cette dernière se trouvant à la partie supérieure du pylone, enfermée dans un carter étanche, de forme allongée, présentant peu de résistance au vent. Un régulateur automatique d'excitation maintient le voltage.

Ces moulins peuvent se mettre en marche par les plus faibles vents. Ils ne possèdent aucun dispositif d'orientation, la roue est simplement montée derrière le pylone, le moulin est donc maintenu en position automatiquement, sous la pression du vent, comme le ferait une girouette. Quant à l'arrêt du moulin, il est obtenu à l'aide d'un frein mécanique à sabot ou à ruban, manœuvré depuis le sol ou actionné automatiquement, lorsque la vitesse du moulin atteint une certaine vitesse, pour éviter tout emballement.

Le réglage de la vitesse est également obtenu électriquement, par un bobinage spécial de la dynamo, formant compoundage ; le couple freinant croît plus vite que le cube de la vitesse du vent, en sorte que si la vitesse du vent augmente, celle de la roue ne pourra croître dans le même rapport, et l'angle d'attaque deviendra plus grand. Lorsque cet angle atteindra la valeur correspondant à l'incidence critique, les filets d'air décolleront au dos des pales, tandis que la partance, c'est-à-dire le couple diminuera sensiblement. On constate que la puissance n'augmente que très lentement d'abord, quand la vitesse croît, et reste sensiblement constante à partir d'une certain vitesse.

Les vitesses circonférentielles admises dans ces moulins atteignent 8 à 10 fois celle du vent. Le calcul montre que la puissance em-

pruntée au vent passe par un maximum lorsque le rapport de la vitesse V du vent, à la vitesse v à la sortie de la roue, soit $\frac{V}{v} = 3$. Par conséquent la puissance Wm fournie par un moulin de diamètre donné est égal à :

$$Wm = \frac{8}{27} \int SV^3$$

où $\int$ est la masse spécifique de l'air et S la surface balayée par les ailes.

Turbine à vent G. D. — Ce moulin est à axe vertical. On sait que ce genre de moulin, s'il a pour lui la simplicité, a ,par contre, un rendement généralement faible, et, en tous cas, inférieur à celui des moulins à axe horizontal, le vent ne pouvant agir utilement que sur une fraction de la périphérie du cylindre décrit par

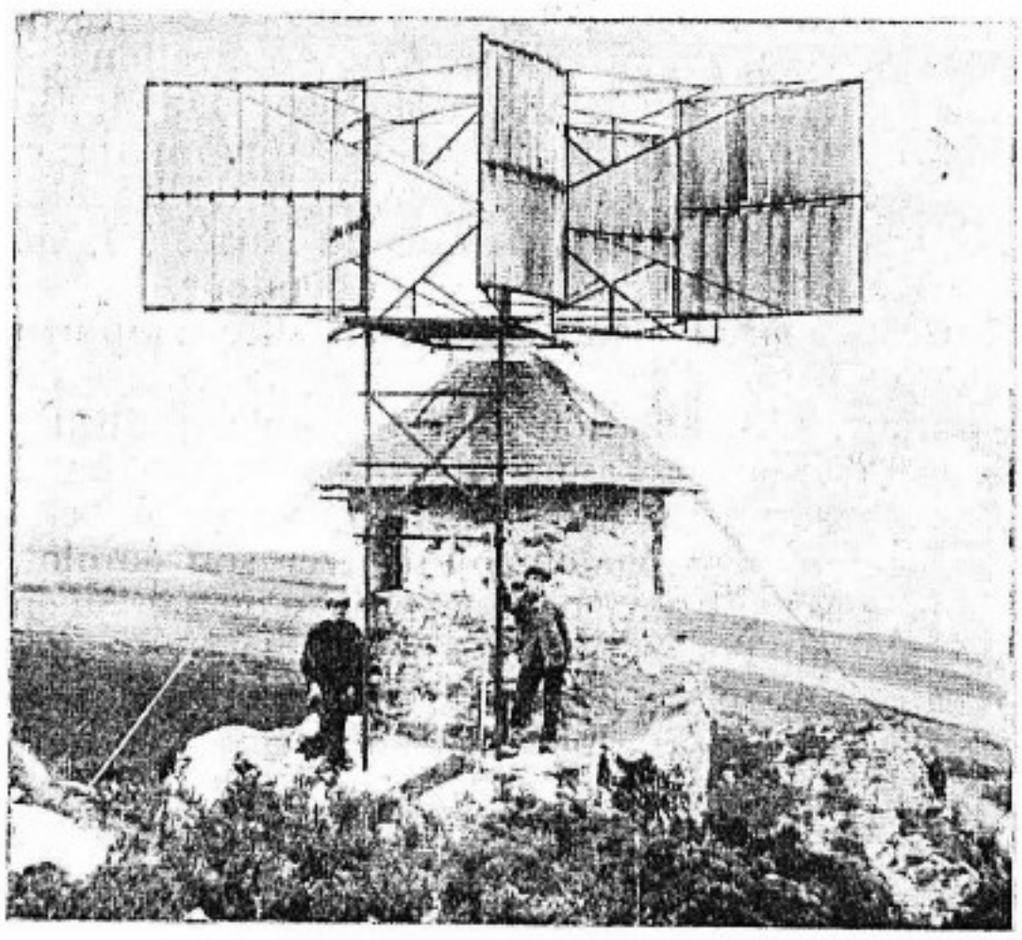


Fig. 11. — Turbine à vent G. D.

les aubes, tandis que, sur le reste du parcours de celles-ci, il y a freinage. Dans le type G. D., on a utilisé la forme des ailes d'aéroplanes pour constituer les éléments des panneaux sur lesquels frappe l'air, et, au retour, ces éléments, pivotant sur eux-mêmes, se présentent au vent dans les conditions de moindre résistance, d'où possibilité d'obtenir un bon rendement, sans nuire à la simplicité de l'ensemble. La figure 11 représente ce moulin en fonctionnement. On voit très bien, d'un côté, les panneaux fermés, frappés par le vent, et à gauche le panneau, revenant en sens contraire du vent, complètement ouvert, et n'offrant, par suite, qu'une très faible résistance ; mais un point très intéressant est le suivant : si nous considérons le panneau avant, en position parallèle à la direction du vent, ce panneau qui, dans les types de moulins connus, est inactif, travaille dans le modèle présenté ; car les éléments peuvent s'ouvrir, plus ou moins, suivant l'angle formé par le panneau avec la direction du vent, et ont un rôle actif, grâce à leur forme en ailes d'avion, c'est-à-dire avec épaisseur s'amincissant en arrière (fig. 12).

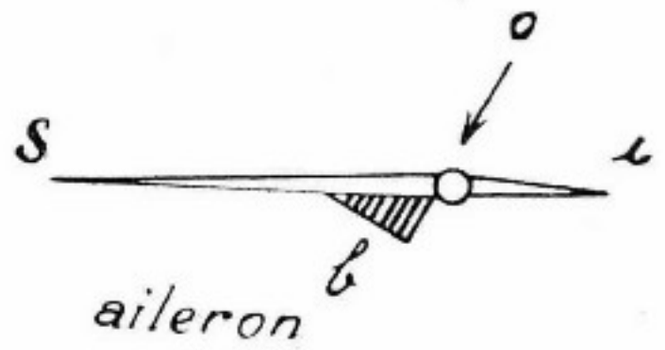


Fig. 12. — Elément de la turbine à vent.

Ces éléments pivotent naturellement autour d'un axe vertical, sous l'action du vent, pour prendre l'inclinaison voulue, et ce n'est que lorsque le plan de l'aile est normal à la direction du vent, qu'ils viennent buter contre des taquets fixés sur le cadre-support, de manière à constituer une surface courbe jointive permettant d'obtenir le meilleur rendement.

Comme dans tous les moulins à axe vertical, la transmission est très simple, il suffit de relier la partie inférieure de cet arbre, dans la cabine, aux appareils d'utilisation.

Nous terminerons cette description par le S. Rotor, moulin également à axe vertical, mais d'un principe tout différent.

Rotor Savonius. — M. S. Savonius, de Helsingfors (Finlande), ayant étudié le Rotor Flettner, dont on a beaucoup parlé, il y a quelques années, à propos des expériences sur le bateau *Le Buckau*, eut l'idée de supprimer le moteur auxiliaire actionnant le cylindre propulseur. (On sait que ce rotor repose sur le principe Magnus).

Pour permettre à l'appareil de tourner seul, M. Savonius imagina de couper en deux le cylindre, pour y laisser pénétrer l'air. Après divers essais, en vue de déterminer le nombre de demi-cylindres à accoupler, et la position de ceux-ci par rapport à l'axe de rotation, on s'est arrêté à la forme, représentée en figure 13, qui ne comprend que deux demi-cylindres, décalés, l'un par rapport à l'autre, d'un demi-diamètre, en sorte que la section de l'espace, dans lequel circule l'air, a la forme d'un S. Le vent pénètre d'un côté de l'S, en sort du côté opposé, en produisant deux efforts de pression, agissant dans le même sens par rapport à l'axe de rotation et formant couple.

Tandis que, dans les moulins ordinaires, l'aile, au retour, subit un freinage, ici, au contraire, cette aile est active. Ce n'est que dans la position parallèle à la direction du vent,

que l'effort de rotation se trouve annulé, puisque l'air ne peut plus pénétrer dans l'S ; mais alors, nous retrouvons l'effort maximum, dû au principe Magnus, sur les deux demi-cylindres. Il y a donc production d'énergie dans toutes les positions des ailes, il n'y a pas de point mort. De plus, l'appareil est robuste, et simple de construction, les deux demi-cylindres étant fixés sur deux disques, formant fonds, à la partie inférieure et à la partie supérieure. Ces

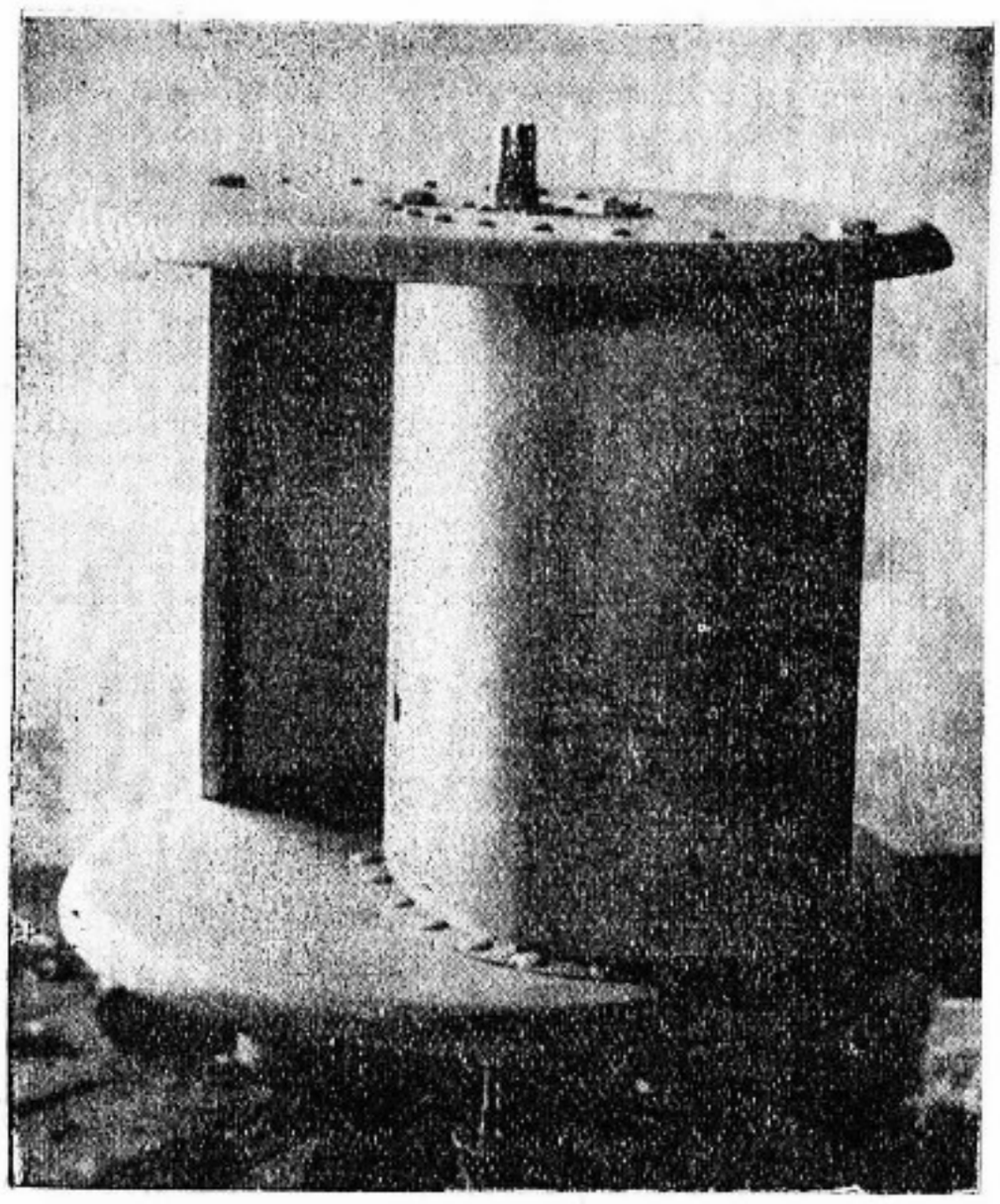


Fig. 13. — Rotor système Savonius.

disques sont fixés, par leur centre, à l'axe de rotation.

Il est également facile d'avoir une grande vitesse ou une faible vitesse de rotation, suivant que l'on veut pomper de l'eau ou actionner une génératrice électrique, simplement en modifiant les dimensions de hauteur par rapport à celles du diamètre. Un appareil de grande hauteur et faible diamètre, tournera plus vite qu'un autre, de même surface d'ailes, mais de faible hauteur et large diamètre.

Observation. — En terminant cette description des nouveaux progrès réalisés dans les moulins à vent, nous ferons remarquer que, dans les régions arides, auxquelles nous nous intéressons, il est reconnu que, lorsque le soleil donne, il y a peu de vent, tandis que le vent se lève, lorsque le soleil est peu actif, en sorte qu'on peut envisager les appareils solaires et les moulins à vent, comme deux auxiliaires, se complétant, l'un produisant son maximum de puissance, lorsque l'autre passe par son minimum.

Utilisation des vagues de la mer. — Les régions désertiques se rencontrent fréquemment sur les bords des mers ; nous ne rappellerons que la mer Caspienne, dont nous avons eu l'occasion de parler, et certaines régions de l'Amérique du Sud. Il est donc intéressant d'utiliser la force des marées pour faire de l'irrigation. Le S. Rotor offre une solution simple de ce problème. Il suffit de disposer l'appareil précédemment décrit, avec son axe placé horizontalement. Les vagues venant frapper les aubes feront toujours tourner l'appareil dans le même sens, aussi bien lorsqu'elles se dirigeront vers la côte, qu'au retour. Une application intéressante en a été faite à Monaco, par M. Richard, directeur du Musée Océanographique, pour élever de l'eau de mer, afin d'alimenter les bassins à poissons de mer du Musée (1). On élève ainsi l'eau à 65 mètres de hauteur.

Cet appareil peut également être employé sur les cours d'eau, pour utiliser la vitesse du courant. L'installation en est simple, puisqu'il suffit d'amarrer l'appareil au rivage, ou entre deux barques (2) sans aucun barrage, et cette utilisation peut également trouver son emploi, dans le cas qui nous occupe, puisqu'on sait qu'en Egypte, au Turkestan, en Algérie, etc., des cours d'eau circulent au milieu de régions désertiques, et que ce n'est que par des inondations, comme en Egypte, que le sol est fertilisé, ou par l'installation de barrages permettant l'irrigation de ces régions arides. Ces barrages sont non seulement coûteux, mais ils offrent également de grands dangers, bien des destructions ont déjà eu lieu, par suite de crues exceptionnelles. Aussi croyons-nous que le Rotor Savonius devrait offrir un grand intérêt pour l'irrigation des terres placées dans de semblables conditions.

Comme on le voit, la question de l'utilisation des forces naturelles commence à être fort étudiée, et si cette utilisation est intéressante en général, elle l'est tout particulièrement dans le cas de l'amélioration des régions désertiques ou arides. Etant donnés les vastes débouchés qu'auraient ces appareils, il est à souhaiter que ces études soient poursuivies activement.

(1) *Recherches et Inventions* de février 1930.
(2) *L'Industrie Electrique* de mai 1930.

LA CONSERVATION DE LA VIANDE DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES

par le Dr BIDAULT

La viande renferme en elle-même les germes de sa propre destruction. Ceux-ci proviennent en partie des dernières portions du canal intestinal, par voie vasculaire, au moment de la mort de l'animal de boucherie ou dans les instants qui suivent, quand l'éviscération abdominale n'est pas faite avec assez de rapidité. Ces germes ont encore une autre origine plus importante : les souillures externes venant de contacts infectants lors de l' « habillage ». On voit déjà qu'une viande subira plus ou moins vite les altérations putréfactives selon que sa préparation aura été faite avec plus ou moins de soins à l'abattoir.

Mais quoiqu'on fasse, dans les conditions naturelles, la putréfaction ne saurait être définitivement ajournée. Après une période plus ou moins courte d'autolyse acide, la substance musculaire doit inéluctablement devenir la proie des microbes qui la transforment peu à peu, en dernière analyse, en éléments chimiques très simples.

Tout le problème de la conservation de la viande consiste donc à empêcher l'action biochimique des microbes. On peut y arriver de diverses façons. Méthode simple et brutale : on tue ces microbes, soit par la chaleur, soit par des antiseptiques, ou bien, sans chercher à les détruire, on paralyse leur activité directement par le froid, ou indirectement, grâce à des modifications antagonistes apportées au milieu (dessiccation, acidification).

Examinons sommairement ces diverses méthodes. La destruction des microbes de la viande *par la chaleur* ne va pas sans modifier ses propriétés organoleptiques. En élevant la température au point qui convient à la stérilisation de la conserve, c'est-à-dire à la destruction des formes sporulées, dont certaines sont très résistantes, on réalise une hydrolyse partielle des albumines, qui aboutit notamment à la mise en liberté de composés ammoniacaux et sulfurés ; quand ceux-ci sont assez abondants ; entre autres inconvénients, un goût fâcheux est apporté au produit. D'autre part, les vitamines que contient la viande sont plus ou moins atteintes par une température qui dépasse le plus souvent 110° (1).

Les *antiseptiques* ne sont pas seulement des poisons pour les microorganismes, ils le sont aussi pour le consommateur, à doses plus ou moins élevées. Quelques-uns, comme l'aldéhyde formique, forment avec les albumines de la viande des composés inattaquables aux sucs digestifs. De plus, les antiseptiques employés pour arrêter des altérations progressives d'une denrée, n'ont souvent d'autre effet que de cacher sous une apparence favorable, des transformations profondes qui la rendent malsaine.

C'est pour ces différentes raisons qu'au nom de l'hygiène, la loi interdit l'emploi des substances antiseptiques dans la conservation des aliments (loi du 1er août 1905, art. II du décret du 28 juin 1912). Elle ne fait d'exception que pour le sel marin et le salpêtre, encore, le premier de ces corps ne doit-il pas être compté comme un véritable antiseptique et le second n'est autorisé qu'en minimes proportions. Les nombreux sels préservatifs contenant du borax, de l'acide borique, des sulfites, de l'acide salicylique, de l'acide benzoïque sont donc proscrits. Cependant, l'anhydride sulfureux (procédé de Lapparent) pourrait être employé dans des circonstances exceptionnelles.

Le *froid* n'est pas antiseptique, du moins il ne tue pas les microbes de la putréfaction, mais il retarde ou supprime — tant que dure son effet — leur pullulation et l'activité de leurs diastases. Il touche peu ou point aux qualités de l'aliment-viande. En particulier, dans les conditions où cet agent physique est utilisé, les vitamines ne sont pas atteintes.

La *perte de l'humidité* de la viande poussée assez loin, au-dessus de 60 o/o rend le développement des microorganismes et leur activité biologique à peu près impossibles. Aussi, la dessication en atmosphère chaude et sèche augmentée encore par l'action propre du sel marin, constitue-t-elle la base d'un procédé de conservation de la viande extrêmement ancien (carne secca, tasajo) ou rajeuni (poudres de viande, brevets Athanasiu, Ch. Tellier).

Nombre de microbes, parmi lesquels des putréfiants, ne peuvent se cultiver dans un milieu

(1) La viande maigre, comparée aux organes, est pauvre en vitamines ; elle renferme cependant du facteur B antinévritique et du facteur C antiscorbutique. Ce dernier, très sensible à la chaleur, disparaît au passage à l'autoclave ; quant au facteur B, il s'y détruit en partie.

dont la réaction a atteint un *certain taux acide* (généralement au-dessus de 2,45 p. 1.000, en acide sulfurique). Leur développement est arrêté. Cette acidité peut provenir de l'adjonction d'un liquide acide (acide acétique des marinades) ou bien elle résulte de la prolifération de quelques espèces hautement acidogènes. La présence du *sucre* qui constitue un aliment de choix pour ces microbes entraîne consécutivement à leur culture, une acidité du milieu relativement élevée. Par là, on s'explique, au moins en partie, l'influence conservatrice du sucre.

Voyons rapidement comment, de nos jours, l'industrie applique les notions précédentes.

Conservation au moyen de la chaleur.

Ce mode de conservation est dû à Appert, qui, le premier prépara des conserves à Massy (Seine-et-Oise), en 1804. Appert avec une vue géniale, écrivait en 1811 (1) que « l'action du feu détruit ou tout au moins neutralise tous les ferments qui, dans la marche ordinaire de la nature, produisent les modifications qui, en changeant les parties constituantes des substances animales et végétales, en altèrent les qualités ». Il avait raison contre Gay-Lussac qui, attribuait à la seule absence de l'oxygène, la conservation des aliments mis en boîtes fermées (2). Malheureusement le procédé d'Appert consistant seulement à exposer les conserves à la température de l'eau bouillante, était encore imparfait. Les mécomptes dans son emploi en grand furent nombreux, si bien que l'industrie naissante de la conserve périclita ; particulièrement vers 1847-49. On sait aujourd'hui à quoi il faut attribuer ces échecs. Les spores microbiennes n'étaient pas toujours touchées par une température qui ne dépassait pas 100°.

Empiriquement, pour assurer la destruction de tous les « ferments », des conserveurs eurent recours vers 1850 à des bains salés conseillés par Fabre (sel marin, chlorure de calcium), dans lesquels on plongeait les boîtes de conserve, et qui permettaient d'atteindre des températures de 108° et même 112°. Mais ces bains étaient d'un usage assez peu pratique. L'utilisation de l'autoclave préconisée par Chevallier-Appert (1852) donna au problème de la stérilisation une solution vraiment industrielle. Dès lors, la fabrication des conserves prit un essor remarquable.

(1) *Art de conserver pendant plusieurs années toutes substances animales et végétales.*

(2 La conservation des fruits (dont le péricarpe constitue déjà une protection naturelle), après un lavage soigné, peut être fréquemment réalisée grâce à la simple soustraction de l'air. Le Pr Gabriel Bertrand a montré que les fruits étaient alors le siège d'une fermentation lactique. Les phénomènes ne sont pas les mêmes en ce qui concerne la viande et les faits d'expérience prouvent que le vide, vis-à-vis de celle-ci, ne joue un rôle antiputride aucunement efficace.

Préparation des conserves.

Schématiquement, voici comment se préparent aujourd'hui les conserves de viande. Prenons une conserve simple comme type, la conserve de bœuf de l'armée que presque tout le monde connaît depuis la guerre.

La viande provenant d'animaux offrant toute garantie au point de vue sanitaire et préparée avec tous les soins désirables, est coupée en morceaux et cuite à cœur, soit dans l'eau, soit plus rarement à la vapeur (blanchiment). Elle perd ainsi environ 40 o/o de son eau de constitution.

Ensuite retirée des bassins de cuisson, elle est égouttée et refroidie rapidement dans un courant d'air sec. Les morceaux de viande, assaisonnés, sont alors placés dans des boîtes de fer blanc et additionnés de bouillon provenant du blanchiment, préalablement concentré et filtré. On gélatinise ce bouillon non seulement pour améliorer la présentation de la conserve, mais pour éviter le gaspillage d'un liquide qui, par ses bases créatiniques et xanthiques, par ses sels solubles constitue en même temps qu'un aliment nervin, un excitant intra-gastrique de premier ordre. De plus, il faut considérer que la gélatine, en tant que colloïde, joue un rôle stabilisateur qui s'oppose dans une certaine mesure à l'hydrolyse lente du milieu complexe constitué par la viande et son bouillon (1). Le récipient est ensuite fermé par sertissage : le bord du couvercle muni d'un joint en caoutchouc, vient se replier avec le bord du fût de la boîte de façon à assurer une étanchéité absolue. A vrai dire, ce procédé de fermeture, maintenant généralisé dans l'industrie civile, très expéditif et qui simplifie l'emboîtage de la conserve, n'est employé dans l'armée qu'en cas de mobilisation. En temps de paix, lorsqu'il s'agit de confectionner des conserves destinées aux approvisionnements de réserve qu'on garde plusieurs années, on ne pourrait compter sur l'étanchéité constante des boîtes par suite de la transformation lente du caoutchouc du joint, due à des phénomènes de polymérisation, aussi ferme-t-on les boîtes comme autrefois en contresoudant le serti. Pour éviter la gêne relative qu'apporte

(1) Des recherches faites sur des conserves de viande ainsi préparées, de tous âges, ont montré que les phénomènes de vieillissement, se produisent avec une très grande lenteur, ils consistent surtout en un dégagement d'azote ammoniacal, en une très faible saponification des graisses et au-delà d'une dizaine d'années, en une production d'hydrogène libre résultant de l'action du bouillon acide et salin sur le fer blanc dont l'étain a disparu par places. En somme, les conserves de viande gélatinisées sont remarquablement stables.

l'air intérieur de la boîte dans la stérilisation, l'usage s'est répandu en Amérique et en France pour certaines conserves délicates, d'obturer définitivement la boîte après qu'on y a fait le vide dans un appareil à souder spécial (vacum pan). On empêche ainsi toute action oxydante sur les graisses du contenu, entraînant le rancissement et au besoin on bloque ainsi les germes aérobies qui pourraient échapper à la destruction par la chaleur (1). Les boîtes hermétiquement closes — on s'en assure par le passage dans un bain d'eau à 80° — sont enfin soumises dans un autoclave à la température de 114-115° pendant un temps variant avec le volume des boites. Cette température qui pourrait encore être quelque peu abaissée résulte d'un compromis entre l'obligation d' « aseptiser » la viande et la nécessité de provoquer le minimum de transformations chimiques et physiques de celle-ci. On sait que l'hydrolyse des protides est plus efficace par voie chimique que par action fermentative. La mise en liberté de NH^3 provenant des liaisons amidées augmente rapidement avec la température et aussi avec le temps de chauffage. Il en est de même du soufre.

A l'aide de thermo-couples, on peut établir des courbes de pénétration de la chaleur dans

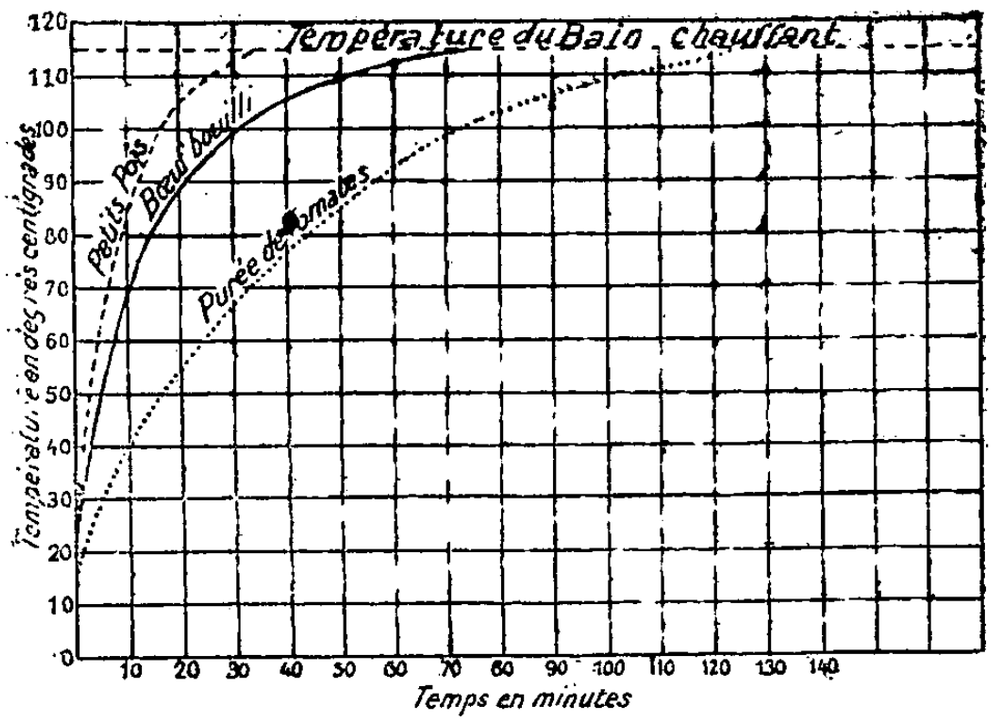


Fig. 1.
Pénétration de la chaleur dans les conserves différentes.

les boîtes suivant leur forme et leurs dimensions et fixer ainsi scientifiquement l'emploi de la chaleur stérilisante.

On a essayé d'écourter ce mode de préparation des conserves de viande qui a subi l'épreuve du temps et celle d'une fabrication intensive pendant la dernière guerre. On peut placer la viande fraîche directement dans son récipient et confondre dans le même temps, cuisson et stérilisation. Pour éviter la production d'un jus trop liquide qui nuit à la bonne présentation de la conserve, on est alors dans l'obligation d'ajouter des substances absorbantes, riz, gélose.

(1) Si la boîte de conserve est chargée « à bloc », on constate après le passage à l'autoclave qu'en réalité, il n'existe plus d'oxygène libre dans l'atmosphère emprisonnée; cet oxygène s'est fixé sur les protides de la viande et sur l'étain du récipient.

Conservation au moyen du froid.

Une observation séculaire a montré que le froid empêchait la putréfaction des denrées périssables. Nous avons maintenant l'explication de ce fait qui n'est pas dû comme le vulgaire le croit à la destruction des germes putrides. Seuls quelques microbes pathogènes, très fragiles, ne résistent pas à un froid de plusieurs degrés au-dessous de zéro. L'immense majorité des microbes banaux supportent sans être tués des températures extrêmement basses.

Dans le domaine pratique, on peut dire que les microorganismes ne se développent pas au-dessous de 0° (1), bien que l'activité de leurs sécrétions puisse encore se manifester à des températures de —2° à —5°.

Sur ces données préliminaires, repose toute la technique de la conservation par le froid.

Est-il nécessaire de rappeler que nous la devons à Charles Tellier ? C'est en 1873 qu'eut lieu le transport d'une cargaison de viande, maintenue aux environs de 0°, de Buenos-Ayres à Rouen par le navire désormais célèbre : le *Frigorifique*.

Depuis cette époque historique, des progrès considérables dans la science du froid ont permis de faire de cet agent physique un moyen de conservation des denrées périssables à la fois très pratique et très sûr.

Aujourd'hui l'usage est définitivement admis de distinguer les viandes frigorifiées en :

viandes réfrigérées, conservées à une température voisine de 0°, supérieure à celle de la congélation (pratiquement de 0° à + 4°),

et en *viandes congelées* dont la masse formant un bloc ferme demeure à une température de plusieurs degrés au-dessous de 0° (pratiquement un peu au-dessous de —4°) (2). En réalité c'est là seulement une viande en voie de congélation; jusqu'à —7°, il n'y a guère que les trois quarts de son eau de constitution qui sont gelés.

Les viandes réfrigérées, d'une courte durée de conservation sont consommées sans apprêt

(1) Par exception, certains champignons (moisissures des frigorifiques) peuvent dans certaines conditions, croître — très lentement, il est vrai — au-dessous de —5°.

(2) Le point cryoscopique du jus de la viande, quelques jours après l'abatage, provenant d'un morceau de viande conservé entre 0 et +4°, oscille autour de —0°80; quant au point cryohydratique, il est à peu près de —30°.

préalable à la cuisson ; peu refroidies, elles se prêtent mal aux transports à longue distance sans voyager en wagons frigorifiés.

Les viandes congelées sont susceptibles d'une conservation beaucoup plus longue, elles doivent subir une préparation particulière (décongélation) avant d'être cuisinées. De plus, ces viandes grâce au volant de froid qu'elles emmagasinent, peuvent être transportées dans de simples wagons à parois isolées.

La réfrigération convient surtout aux besoins de la consommation locale, cependant à l'aide de certaines précautions et grâce à l'emploi de wagons isothermes, les viandes ainsi traitées peuvent être envoyées au loin. L'Angleterre, grâce à sa flotte frigorifique, reçoit de grandes quantités de viandes réfrigérées de provenance sud-américaine (chilled-beef) (1).

La congélation permet de mettre en réserve de la viande susceptible d'être exportée suivant les convenances commerciales. Si ce mode de conservation à long terme constitue un facteur de régulation de la consommation mondiale de la viande, il prête aussi à de grandes facilités d'accaparement (trusts américains).

Préparation des viandes réfrigérées.

Ce n'est que dans le petit commerce de la boucherie que l'on emploie encore les armoires glacières. Elles sont aujourd'hui de plus en plus remplacées par des appareils frigorifiques d'usage domestique, dans lesquels la température intérieure descend — en atmosphère sèche — jusqu'à $+2°+4°$, tandis que dans les armoires glacières la température n'est jamais inférieure à $+8°$ et l'air intérieur reste à un état hygrométrique élevé.

Aujourd'hui, suivant de loin l'Allemagne, on installe en France dans les nouveaux abattoirs des villes, des chambres frigorifiques où les bouchers peuvent entreposer leurs abatages. Placée à une température de $0°$ à $+4°$ dans un air dont l'hygrométricité ne dépasse pas 75 à 80 o/o, la viande subit des transformations diastasiques qui en augmentent la tendreté et cela à l'abri des microbes de la putréfaction. Grâce à la ventilation froide et sèche, il se forme à la surface de la viande une zone protectrice de dessiccation (boucanage).

L'abaissement de la température se fait généralement en deux temps. On commence par amener rapidement la température des quartiers de viande qui est de $+30°$ environ après l'abatage à $+8°$ ou $+10°$ (préréfrigération), ce qui demande de 16 à 18 heures ; puis dans un second temps, on descend vers $+2°+3°$. L'opération totale se fait en 36 heures. L'état hygrométrique des chambres de réfrigération doit être très surveillé, il ne doit pas dépasser 75, 80 o/o.

Pratiquement, la conservation de la viande réfrigérée est limitée par la diminution du poids des quartiers de viande, due surtout à l'évaporation de l'humidité de la viande et aussi par un accident presque fatal, celui de l'invasion des moisissures. En général, on ne conserve guère la viande réfrigérée au-delà de trois semaines.

Préparation des viandes congelées.

Suivant qu'il s'agit de congeler la viande ou de la conserver une fois congelée, il y a lieu de distinguer deux sortes d'établissements frigorifiques : frigorifiques de production, frigorifiques de congélation. Il est évident que cette classification comporte des exceptions.

La congélation de la viande de boucherie pourrait se faire, quoique avec des résultats un peu moins satisfaisants que lorsqu'on opère sur le poisson, au sein d'une saumure très froide de $-15°$ à $-20°$ (procédé Ottensen) ou à l'aide du même liquide qu'on projette pulvérisé (procédé Zaritschenzeff); mais actuellement, pour des raisons de simplicité et d'économie, c'est à l'air froid qu'on s'adresse exclusivement, malgré les désavantages apparents que comportent la conductivité et la capacité thermique peu élevées de ce gaz.

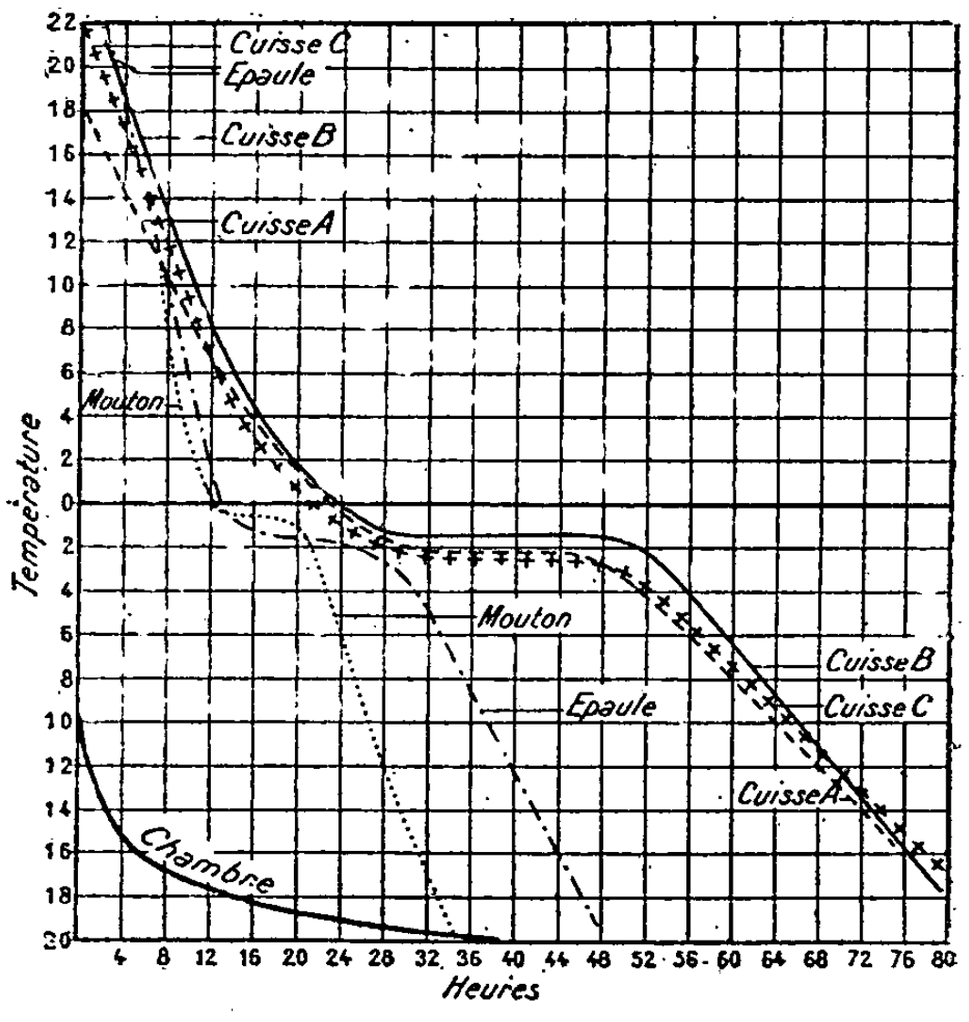


Fig. 2.
Courbes de températures de diverses viandes congelées à l'air. (A. Barrier.)

(1) Il faut dire que pendant la traversée, on ajoute à l'action préservatrice du froid celle d'un antiseptique gazeux (formol) et qu'on s'efforce dans les cales de conserver un état hygrométrique très bas (procédé Linley).

On distingue encore dans quelques ouvrages deux procédés de congélation suivant que les quartiers de viande sont refroidis lentement ou rapidement. On peut penser au premier abord que la première méthode expose moins à des ruptures fibrillaires des muscles. Il n'en est rien. De nombreuses recherches dues surtout à Kallert, Walter Stiles, ont montré qu'avec un refroidissement rapide, l'exsudation du suc musculaire se montrait moins abondant, les centres de cristallisation de l'eau qui en provient étaient plus nombreux, partant les cristaux de glace plus petits, moins vulnérants pour le sarcolemme. Pendant la décongélation, l'eau et les colloïdes musculaires restant alors en contact plus intime, les deux éléments se recombinent dans leur presque intégralité (1). Aujourd'hui on n'emploie guère que la congélation dite rapide, ce qui offre d'ailleurs des avantages économiques dans l'exploitation des établissements frigorifiques.

En France, pays où le cheptel suffit à peine à la consommation, on prépare peu de viande congelée.

C'est dans les contrées à élevage intensif qu'il convient d'envisager la préparation des viandes pour l'exportation : Argentine, Uruguay, Brésil, Australie, Nouvelle-Zélande, etc. Voici, en résumé, comment on procède : des abattoirs où la disposition des locaux et du matériel permet la taylorisation du travail, les demi-bœufs sortent lavés, nets, et après un premier stationnement dans une antichambre réglée à 0° ou —1°, pénètrent dans les chambres de congélation où règne une température moyenne de —15° à —20° (bœufs) ou de —12° à —15° (moutons).

Au bout de douze heures, la viande a déjà acquis une certaine fermeté, les demi-bœufs sont alors divisés en deux (quartiers de devant, de derrière), puis habillés d'une double enveloppe, cotonnade fine et toile de jute. En 3 à 4 jours, un bœuf est congelé à cœur, un mouton en 2 à 3 jours.

Quand les quartiers sont congelés, ils passent aux chambres de conservation où la température est maintenue à —9° ou —10°.

Quelle est la durée de la conservation des viandes congelées ? Il semble qu'elle puisse être en quelque sorte indéfinie, les modifications d'ordre physico-chimique étant légères et se produisant suivant une extrême lenteur. En fait, la conservation est limitée ; la dessiccation, le rancissement des graisses superficielles et là encore les contaminations fréquentes par les moisissures (1) écourtent plus ou moins la durée de l'entreposage. Pour des raisons d'hygiène alimentaire, il ne faudrait jamais dépasser trois mois de séjour en chambre froide.

La congélation, quand elle n'est pas trop prolongée, ne diminue pas sensiblement la valeur nutritive de la viande, elle peut même l'assainir si celle-ci renferme des embryons ou des larves de parasites, tels que *Tænia inermis*, *solium* ou *Trichinella spiralis*.

Avant sa mise en vente, la viande congelée doit être décongelée, opération qui demande beaucoup de précautions. Il faut éviter non seulement un réchauffement très brusque qui amènerait une perte considérable de jus, mais encore l'effet de la condensation massive de la vapeur d'eau de l'air, qui apporterait avec elle les microgermes de l'atmosphère. En Angleterre, on procède à une décongélation graduelle des viandes dans des boucheries spéciales ou dans des établissements importants, à l'aide de procédés dérivant plus ou moins du procédé Nelson. A +10 ou +12°, un quartier de bœuf pour être décongelé entièrement demande 1 jour 1/2 à 3 jours, suivant sa nature (quartier de devant ou de derrière).

La décongélation se fait nécessairement de dehors en dedans ; elle est progressivement retardée puisque le coefficient de conductibilité thermique de l'eau est cinq fois moins grand que celui de la glace. Des essais récents de décongélation électrique permettant de faire suivre au réchauffement une marche inverse, ont été effectués avec succès.

Conservation par le sel marin. Fumage.

Le salage des viandes est employé comme unique procédé de conservation (salaisons) ou constitue le premier temps d'un autre mode de préparation (viandes fumées).

Le sel marin est peu germicide ; au-dessous de 5 o/o, il paraît plutôt favoriser le développement des bactéries banales et de quelques microbes pathogènes, entre autres *Clostridium botulinum* ; de 5 à 6 o/o, il exerce dans les cultures une action empêchante sur la végétation

(1) L'étude de la décongélation de la viande montre qu'en réalité la reversibilité est plus apparente que réelle, une modification persistante des constantes physiques de la cellule musculaire a été apportée par la congélation, ainsi la pression osmotique est diminuée, ce qui explique que la viande décongelée perd plus facilement son eau que la viande fraîche ; une partie de cette eau qui est liée à la composition chimique des éléments constituants n'est reprise qu'incomplètement.

(1) L'envahissement de la viande par les moisissures dans les chambres de conservation des frigorifiques est fonction de l'humidité et de la température de l'air ambiant. Leur origine doit être recherchée dans les débris végétaux provenant souvent des déchets intestinaux qui souillent les quartiers de viande. Certaines espèces les plus fréquentes comme *Choetostylum fresenii* Van Thiegem, *Thamnidium elegans* Link continuent de se développer, lentement, il est vrai, entre —3° et —5° et même au-dessous pour la première espèce ; *Penicillium crustaceum* Fries, *Cladosporium herbarum* Link sont à peu près aussi frigoriphiles.

des anaérobies stricts ; de 10 à 15 o/o beaucoup de microbes, en particulier des bactéries aéro-anaérobies de la putréfaction sont arrêtés dans leur croissance. Au-dessus de 15 o/o, des coccis, des levures, conservent encore toute leur vitalité.

Il est à noter que l'effet bactéricide du sel marin, est à peu près nul quand il s'agit de spores. Sur la viande, cette action antiseptique du sel est moins marquée que dans les tubes de culture.

Nous retiendrons de ces constatations que le sel marin ne peut être employé dans l'assainissement des viandes en douteux état de fraîcheur.

Malgré les faibles proportions dans lesquelles on les ajoute dans la saumure, le salpêtre et peut-être le sucre, auxquels on a recours ordinairement, augmentent légèrement les propriétés antiseptiques du sel marin.

Au pouvoir antagoniste du chlorure de sodium sur les germes, s'ajoute une déshydratation de la viande qui contrarie dans une certaine mesure l'évolution microbienne et l'activité diastasique.

Pratique du salage.

Le sel marin est employé soit à sec, procédé très simple déjà décrit par Caton l'Ancien, soit en solution (saumure). L'opération du *salage* comprend le *frottage* et la *mise au sel*, généralement on additionne celui-ci d'une faible proportion de salpêtre (6 o/o au maximum) et de sucre.

Le *saumurage* consiste dans l'immersion plus ou moins prolongée des pièces dans des saumures douces marquant de 15° à 18° Baumé ou dans des saumures fortes, pesant de 20 à 25°. Aujourd'hui, grâce à l'emploi du froid dans les salles où sont disposées les cuves à salaison, on redoute moins qu'autrefois l'activité microbienne sur les viandes en cours de traitement, aussi est-ce presque exclusivement aux saumures douces qu'on s'adresse pour obtenir des produits de qualité, dans lesquels le goût du sel est pour ainsi dire dissimulé. On ajoute généralement du salpêtre afin de conserver à la viande salée une couleur d'un rose vif plaisant. La réaction de la saumure primitivement neutre ou légèrement acide passe nettement à l'acidité ; celle-ci s'accroît peu à peu du fait du développement de divers microbes chlorurophiles apportés par la viande et dont l'action biochimique se traduit par la production d'acides gras inférieurs (fermentation acide). On rencontre parmi ces microbes des espèces dénitrifiantes qui réduisent le nitrate de potassium en nitrite; celui-ci se combine avec l'hémoglobine musculaire ou avec ses dérivés pour donner naissance à un composé de couleur très stable qui va du rose au rouge. Certains microbes contribuent sans nul doute à donner à la viande salée son arôme particulier, qui résulte de la formation de substances sapides dans le bain salé.

Quand la saumure a servi à plusieurs salages consécutifs, son acidité diminue, la flore bactérienne se modifie. Beaucoup d'espèces isolées se rapprochent des paracolis, leur évolution prolongée aboutirait à une réaction neutre puis alcaline. Dans le cas où des viandes déjà en voie d'altération ont été mises en cuve, on constate bientôt la présence d'espèces élaborant des produits malodorants ; elles prennent le pas au bout de quelque temps sur les microbes acidophiles.

Le mécanisme de l'absorption par la viande, d'un sel aussi facilement ionisable que NaCl est bien un phénomène ressortissant à l'osmose; c'est probablement plus que cela ; en tous cas la pénétration du sel est conditionnée par des facteurs de température, d'acidité de la saumure, de constitution chimique de la substance musculaire, de son état de maturation, etc., dont les diverses influences n'ont pas encore été bien établies.

Comme nous l'avons vu, on complète par la *fumaison* l'action protectrice du sel marin. Ce mode de conservation fait appel aux propriétés antiseptiques des gaz issus de la décomposition pyrogénée du bois : alcool méthylique, aldéhyde formique issus des groupes méthoxyles des ligno-celluloses, anhydride acétique, acétone provenant des groupes acétyles, phénols venant des groupes aromatiques. C'est au formol qu'il faudrait, suivant Trillat, accorder la plus grande importance dans la stérilisation et le tannage des parties superficielles de la viande. Les composés comme l'acide acétique, l'acétone, qui l'accompagnent, facilitent son action antiseptique soit en l'activant, soit en retardant sa polymérisation.

L'action des fumées de bois peut s'exercer soit à une température chaude, de 70° à 100° (fumage à chaud ou rapide), soit à une température dite froide, vers 25° ou 30° (fumage à froid ou lent). Au seul point de vue chimique, on voit que cette différence de température a pour conséquence une modification dans la composition gazeuse des fumées. La viande rougit soit par l'action de l'oxyde de carbone sur l'hémoglobine musculaire, soit quand elle a été salpêtrée, sous l'influence du nitrite de réduction.

Mais il n'y a pas à considérer dans l'action du fumage, que l'effet antiseptique des composés volatils de la fumée, il faut envisager aussi l'action propre de la température extérieure qui amène une coagulation superficielle et une dessiccation plus ou moins profonde de la viande. Des essais de badigeonnage ou de trempage de viandes dans des solutions contenant les principes antiseptiques de la fumée ont donné des résultats médiocres.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique du Globe

Ozone et météorologie. — Les observations de ces dernières années ont révélé que les variations météorologiques sont liées, dans une certaine mesure, à la présence d'ozone dans l'atmosphère supérieure. A l'occasion d'une conférence devant la Royal Institution, en mars 1931, G. M. B. Dobson (1) est venu apporter quelques précisions à ce sujet.

A l'aide de techniques appropriées, Fabry et Buisson, il y a une dizaine d'années ont décelé de l'ozone, dans l'atmosphère, à grande altitude. Ce gaz y est d'ailleurs très peu abondant, comme on le voit par le tableau suivant, qui donne, pour les différents gaz présents, les épaisseurs fictives respectives, dans des conditions normales de température et de pression.

Azote	Oxygène	Argon	Acide carbonique	Néon	Hélium	Ozone
6,2 km	1,7 km	76 m	2,4 m	10 cm	3,2 cm	3 mm

Le dosage de l'ozone a toujours lieu par voie spectroscopique. On opère en lumière ultra-violette, dans l'intervalle 3200 — 2200 A, où l'on trouve une bande d'absorption extrêmement intense. L'absorption subie par passage à travers l'atmosphère, renseigne sur la quantité d'ozone traversée. Avec les méthodes photoélectriques actuellement en usage, le dosage de l'ozone n'exige que cinq minutes au plus, par tout ciel, dès que le soleil est à 10° au-dessus de l'horizon.

La hauteur de l'ozone dans l'atmosphère se déduit des mesures prises au lever et au coucher du soleil, car elle intervient alors dans les calculs. Les observations, poursuivies en grand nombre, ont abouti au chiffre moyen d'une cinquantaine de kilomètres.

Tandis qu'aux tropiques, la quantité d'ozone est relativement faible, elle est beaucoup plus importante dans les régions tempérées, et elle y subit des fluctuations très accusées, pouvant atteindre 50 o/o de la valeur moyenne. La quantité d'ozone semble varier en sens inverse, à la fois de la température de la troposphère, et de la pression et de l'altitude de la base de la stratosphère.

A une quinzaine de kilomètres d'altitude, il y aurait corrélation étroite entre la quantité d'ozone et la pression. Les cyclones semblent ne se former qu'autant qu'il se produit, entre régions voisines, de grandes différences dans la teneur en ozone. La région d'un cyclone serait plus riche en ozone que toute autre, dans le même hémisphère.

D'un autre point de vue, l'ozone atmosphérique joue un rôle essentiel pour la vie à la surface du globe. La bande d'absorption spectrale du gaz est si intense, que la faible épaisseur présente suffit pourtant à supprimer, du rayonnement solaire, la portion ultra-violette préjudiciable aux être vivants. Au total, l'ozone n'absorberait pas moins de 6 o/o de l'énergie qui nous arrive du soleil.

Aux grandes altitudes, l'absorption de tant d'énergie solaire donnerait lieu à un échauffement prononcé de l'atmosphère. Les mesures de Gowan, confirmées par les expériences acoutisques de Whipple sur les tirs d'artillerie, laissent supposer, à 50 kms d'altitude, une température de plusieurs centaines de degrés.

En terminant, Dobson signale encore d'autres expériences en cours, ayant pour but de contrôler une corrélation possible entre la présence d'ozone et les aurores polaires et les conditions magnétiques en général.

S. V.

(1) *Nature* (de Londres), 2 mai 1931.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 novembre 1931.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Giraud.* — **Problèmes de valeurs à la frontière dans le cas de données discontinues.**

— *J.-A. Lappo-Danilevski* (prés. par M Hadamard). — **La construction de la motrice intégrale normale d'un système d'équations différentielles linéaires dans le voisinage d'un pôle de ses coefficients.**

— *A. Markoff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une propriété générale des ensembles minimaux de M. Birkhoff.**

— *J. Devisme* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur quelques équations aux dérivées partielles.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Denjoy* (prés. par M. Hadamard). — **Sur un théorème de Wiman.**

CALCUL INTÉGRAL. — *H. Parodi* (prés. par M. d'Ocagne). — **Méthode d'intégration par arcs successifs permettant d'obtenir simplement, dans le calcul de l'arc élémentaire, une approximation aussi élevée qu'on le désire.**

ALGÈBRE. — *J. Herbrand* et *C. Chevalley* (prés. par M. Hadamard). — **Nouvelle démonstration du théorème d'existence en théorie du corps de classes.**

ARITHMÉTIQUE. — *Erik Westzynthius* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la distribution des entiers qui ne sont divisibles par aucun parmi les *n* plus petits nombres premiers.**

CALCUL GRAPHOMÉCANIQUE. — *B. Salomon* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur des intégrateurs mécaniques à liaisons holonomes.**

GÉOMÉTRIE. — *A. Marchand* (prés. par M. Hadamard). — **Sur diverses extensions de la notion de continu d'ordre borné.**

— *J. Favard* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une proposition de Minkowski.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *S. Finikoff.* — **Conséquences paraboliques stratifiables: transformations des surfaces R_0.**

MÉCANIQUE QUANTIQUE. — *Al. Proca* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la théorie du rayonnement.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *E. Jouguet.* — **Stabilité séculaire des rotors de turbines.**

— *Th. Got* (prés. par M. E. Jouguet). — **Sur la valeur des formules de Dunkerley et analogues pour le calcul approché de la première vitesse critique de flexion d'un arbre tournant.**

HYDRODYNAMIQUE. — *A. Foch* et *J. Barriol* (prés. par M. M. Brillouin). — **Sur le mouvement d'un fluide vis-**

queux au voisinage d'un disque oscillant autour de son axe.

ASTRONOMIE. — *D. Barbier* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur la répartition des pôles des orbites des étoiles doubles.**

ÉLECTRICITÉ. — *A. Blondel.* — **Sur les inductances mutuelles de fuites magnétiques dans les transformateurs à plusieurs secondaires.**

— *M. Curie* et *A. Lepape* (prés. par M. J. Perrin). — **Conductibilité thérmique des gaz rares.**

Les conductibilités thermiques du Krypton et du Xénon non encore déterminées ont été mesurées. De nouvelles mesures ont été prises (de l'hélium, du néon et de l'argon) de manière à réaliser un ensemble permettant, en particulier, de voir s'il n'existerait pas une viariation systématique nette du coefficient numérique A de la formule $K = A\eta c_v$, reliant le coefficient de conductibilité thermique K, le coefficient de viscosité η et la chaleur spécifique c_v. Les résultats sont donnés dans un tableau.

OPTIQUE PHYSIQUE. — *G. Bruhat* et *J. Thouvenin* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la biréfringence par compression de la silice amorphe et du quartz cristallisé, et sa dispersion dans l'ultraviolet.**

Les résultats montrent que les deux échantillons de silice fondue, étudiés, présentent des biréfringences de compression très comparables, ne différant entre elles que de 5 à 6 p. 100, mais que cette bérefringence est supérieure d'environ 40 p. 100 à la biréfringence de compression du quartz cristallisé.

ÉLECTROCHIMIE. — *Mlle M. Quintin* (prés. par M. J. Perrin). — **Coefficient d'activité de l'ion cuivre bivalent dans les solutions de son sulfate.**

Dans tout le domaine de concentrations étudiées, c'est-à-dire même jusqu'à des concentrations relativement élevées la théorie de Debye s'applique aux solutions de SO^4Cu, si l'on tient compte du facteur de correction introduit par la dimension des ions.

RADIO-ACTIVITÉ. — *S. Rosenblum* (prés. par M. Cotton). **Sur les rayons α de long parcours émis par le Th C + C' et quelques déterminations de vitesses de rayons α.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Woog, E. Gunster* et *F. Coulon* (prés. par M. Brillouin). — **Variation du point de décongélation des huiles minérales accompagnant des changements de leur état. Trempe des huiles.**

Les auteurs ont observé des points de décongélation différents qui correspondraient à des états variables de l'huile. Certains faits de cet ordre montrés par des tryglycérides en surfusion sont connus; mais ici le phénomène général mis en évidence semble analogue à une véritable *trempe* de *recuit*.

— *P. Bary* et *E. Fleurent* (prés. par M. G. Bertrand). — **La dégradation des solutions de caoutchouc de diverses concentrations.**

Au-dessus d'un certain point de concentration d'une solution de caoutchouc dans le xylène, la courbe de la viscosité relative en fonction du temps présente un point singulier et peut se décomposer en deux périodes distinctes : *a*, une période de désagrégation; *b*, une période de dégradation moléculaire succédant à la précédente.

— *L. Riéty* et *G. Salager* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur une force électromotrice de filtration de valeur anormale.**

— *J. Sambusky* (prés. par M. A. Cotton). — **Action d'une différence de potentiel continue sur l'acétone et l'éther.**

CHIMIE ANALYTIQUE. — *M. Lambrey* (prés. par M. Fabry). — **Sur une méthode d'étude de la décomposition des cotons-poudres à la température ordinaire.**

Le coton-poudre en expérience est placé dans un tube scellé présentant deux fenêtres de quartz permettant l'étude du spectre d'absorption de l'atmosphère interne. Après avoir fait un vide soigné pendant plusieurs dizaines d'heures, le tube est fermé et placé dans une étuve. Cette méthode a permis à l'auteur de mettre en évidence, pour divers échantillons de coton-poudre très soigneusement purifiés et pour un échantillon de détranitropentaérythrite, des dégagements d'oxyde azotique à 30° C.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Kling* et *D. Florentin* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur le mode d'action des catalyseurs déshydratants dans le cracking hydrogénant des phénols.**

Pour transformer les phénols en hydrocarbures benzéniques, à peu près purs, il sera avantageux d'utiliser des catalyseurs déshydratants (alumine, oxyde de chrome, etc.) préparés à haute température (750°) sous des pressions d'hydrogène moyennes, mais telles que l'hydrogène mis en œuvre, représente 6 à 7 p. 100 du poids total du phénol.

— *Frèrejacque* (prés. par M. R. Fosse). — **Sur l'autoxydation de l'acide urique en présence d'amines.**

La formation de l'allantoïne, lors de l'oxydation de l'acide urique, serait précédée de l'apparition transitoire d'une isoallantoïne. Il existe d'ailleurs certainement un autre corps intermédiaire entre l'isoallantoïne et l'acide urique: la formation d'isoallantoïne serait elle-même précédée de l'apparition d'un uréide qui n'est stable qu'en milieu très alcalin.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *E. Aubert de la Rüe.* — **Sur l'extension des roches éruptives grenues dans l'archipel de Kerguelen.**

L'auteur a rencontré, sur ces îles, de nombreuses roches grenues de types variés. Ces roches semblent jouer un rôle assez important dans la constitution de l'archipel de Yerguelen; elles sont sans doute en relations avec une série éruptive assez ancienne, antérieure aux grands épanchements basaltiques, d'âge tertiaire.

— *Yang-Kieh.* — **Sur le prolongement vers l'ouest de la zone disloquée située au nord de la Chaîne de la Marche.**

La zone disloquée s'étend, avec des sinuosités, sur une longueur de plus de 150 kilomètres, sur une largeur d'une dizaine de kilomètres. Cette région comprend la partie méridionale du Plateau d'Aigurande et la presque totalité de la Chaîne de la Marche.

— *H. Besairie* (prés. par M. Jacob). — **Sur la stratigraphie des formations sédimentaires de la province d'Analalava (nord-ouest de Madagascar).**

HYDROLOGIE. — *V. Frolow* (prés. par M. Fichot). — **La décrue de l'Oronte en 1929-30.**

Etablissement de la courbe de décrue et étude des facteurs du phénomène.

— *F. Diénert* (prés. par M. Maurain). — **De la condensation de la vapeur d'eau dans le sol.**

Les expériences, faites avec du calcaire et avec du granite, montrent que ni l'un, ni l'autre, n'exercent d'in-

fluence sur la condensation de la vapeur d'eau lorsqu'ils sont eux-mêmes humides.

BOTANIQUE. — *M^lle L. Ricard* (pres. par M. Molliard). — **Sur l'insertion vasculaire des radicelles.**

Chez les diverses plantes étudiées, il tend à se former, dans la région la plus primitive de la radicelle, une lame vasculaire disposée dans un plan vertical passant par le faisceau correspondant de la racine mère. Quand les radicelles possèdent, ultérieurement plus de deux convergents, l'accorissement du nombre des xylènes alternes se fait par accélération basifuge du développement vasculaire.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Kopp* et *D. d'Emmerez de Charmoy* (prés. par M. Mangin). — **Nouvelles constatations sur les maladies à virus de la Canne à sucre et du Maïs.**

Les symptômes du *Streak disease* se rencontrent chez le maïs et chez la Canne *Uba*. La transmission se fait par des pucerons. Le maïs n'est pas la seule plante qui joue le rôle de réservoir du virus filtrant; le *Coix Lacryma-Jobii* peut aussi jouer ce rôle. La transmission du virus peut se faire par d'autres Hémiptères que *Balclutha mbila*. Le virus du Streak du maïs peut être hébergé par d'autres Graminées que la Canne à sucre, même sans symptômes visibles.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Polak* (prés par M. Fabry). **Quelles sont les couleurs dont la confusion est commune à tous les daltoniens?**

La confusion du rouge et du vert n'est pas commune à tous les daltoniens. Mais ceux-ci confondent toujours le bleu, le violet, le pourpre et le bleu verdâtre. On peut n'employer que ces nuances pour un examen rapide des daltoniens, examen qu'on pourra compléter ensuite à l'aide des autres couleurs. L'auteur a composé un test permettant de simplifier l'examen.

PHARMACOLOGIE. — *R. Hamet* (prés. par M. Vincent). — **Sur l'action vasodilatatrice indirecte des alcaloïdes de l'ergot.**

L'ergot augmente parfois les hémorragies. Il est exact que l'ergotamine manifeste, sur la patte postérieure du chien, une action vasodilatatrice, suivie, d'ordinaire, de vasoconstriction; la réaction est exclusivement vasoconstrictive chez l'animal bisurrénalectomisé. L'action vasodilatatrice observée doit donc être rapportée à l'inversion par l'ergotamine, des effets de l'adrénaline circulante. La diversité, chez l'homme, des effets vasculaires de l'ergot est due vraisemblablement, à la variation de l'index adrénalinique sanguin.

F. Mercier (prés. par M. Desgrez). — **Influence de la pseudococaïne droite sur l'action hypertensive de l'adrénaline.**

La cocaïne augmente l'action hypertensive de l'adrénaline et l'on retrouve cette propriété chez divers succédanés de la cocaïne. La pseudo-cocaïne droite, son isomère, ne produit pas la même action.

BIOLOGIE. — *M^me M. L. Le Roux* (prés. par M. Gravier). — **La castration expérimentale des femelles de Gammariens et sa répercussion sur l'évolution des oostégites.**

Des femelles de *Gammarus Duebeni* Lillj sont castrées par le rayonnement du bromure de radium. Les irradiations sont : ou prépubérales (avant la formation des oostégites), ou post-pubérales (les oostigites sont bordés de soies). Dans le premier cas, les oostégites seront dépourvus de soies; dans le second, les oostégites perdent leurs soies. La formation des oostégites ne dépend pas des gonades, mais la présence des soies est un caractère sexuel secondaire dépendant de leur fonctionnement.

— *A. Vandel* (prés. par M. Caullery). — **Sur l'existence de mâles d'origine parthénogénétique et sur la constitution des femelles parthénogénétiques de *Trichoniscus* (*Spiloniscus*) *Elisabethæ* Herold (Crustacés, Isopodes).**

Les femelles parthénogénétiques de l'espèce désignée autrefois par l'auteur du nom de *Trichoniscus provisorius* se rattachent, en réalité à *Tr. Elisabethæ*. Les mâles nés de femelles parthénogénétiques appartiennent aussi au type *Elisabethæ*. Ces mâles ne diffèrent en rien des mâles produits par les femelles du type bisexué. Les femelles qui leur donnent naissance étant triploïdes, on doit admettre qu'il y a dissociation des garnitures haploïde et triploïde au moment de la maturation de l'œuf qui engendre le mâle. La forme parthénogénétique triploïde semble provenir d'un œuf normal fécondé par un spermatozoïde diploïde.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *J. Parrod* et *M^lle Y. Garreau* (prés. par M. Urbain). — **Produits d'oxydation du d. mannose par l'oxyde de cuivre ammoniacal en présence de l'air, à la température ordinaire.**

Comme dans le cas du glucose, il se forme du *d*-arabinotétraoxybutyl-4-imidazol, de l'imidazol et de l'acide oxalique.

— *H. Belval* (prés. par M. Bertrand). — **Les glucides lévogyres des oignons de *Lycoris*.**

Les oignons de *Lycoris squamigera* Max. renferment : de l'amidon, des sucres réducteurs, du saccharose et, surtout: des glucides lévogyres. Ceux-ci sont : le fructoside A et le fructoside B. Le premier ne se rapporte à aucun fructoside connu : l'auteur propose de l'appeler lycoroside. Le second se rapproche beaucoup de l'asphédéloside des tubercules d'Asphodèle.

PATHOLOGIE. — *F. Vlès, A. de Coulon, A. Ugo* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur les facteurs de l'évolution des cancers de goudron chez la Souris.**

L'alimentation des souris par les jaunes d'œufs cuits active l'apparition des papillomes et la cancérisation. Par rapport aux témoins, les papillomes sont retradés chez les animaux électrostatiquement isolés; ils ont été avancés chez les lots mis au sol. La fraction du goudron soluble dans le chloroforme relève l'action papillomateuse et cancérigène, tandis que l'action du résidu est presque nulle.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Cuénot, qui, en 1918, avait été nommé Correspondant, a été élu le 30 novembre dernier, membre non résidant par 41 voix sur 61 votants, en remplacement de M. Cosserat décédé.

M. Cuénot est un de nos biologistes les plus éminents. En 1887, il soutenait sa thèse de doctorat ès-sciences naturelles sur une « *Contribution à l'étude anatomique des Astérides* ». Trois ans plus tard il était chargé d'un cours complémentaire de zoologie à la Faculté des Sciences de Nancy qu'il ne devait plus quitter, car il y fut nommé successivement professeur-adjoint (1896), chargé de cours (1897) et enfin professeur titulaire (1898). En 1925, il fut, en outre, désigné comme professeur d'échange à l'Uni-

versité de Bruxelles, puis en 1927, à l'Université de Louvain, laquelle lui décerna le titre de docteur *honoris causa*. Lauréat de plusieurs Académies et Sociétés savantes, l'Académie des Sciences qui, déjà à trois reprises (1894, 1911 et 1927) avait couronné ses travaux, lui attribua, en 1930, le Prix Albert Ier de Monaco.

Le Professeur Cuénot est universellement connu par ses remarquables travaux de Biologie. Il a dans ce domaine immense, abordé les sujets les plus divers, dont trois particulièrement, eussent suffi à asseoir sa renommée : 1° L'Evolution des espèces, dont il a exposé, suivant ses idées personnelles, le processus et les causes dans deux remarquables ouvrages, la *Genèse des espèces animales*, parue en 1911 et rééditée en 1921, et *l'Adaptation*, parue en 1925.

2° L'Hérédité dont il a défini les règles fondamentales (indépendamment de W. Bateson); ses recherches sur l'hérédité ont apporté une nouvelle preuve de l'exactitude de la méthode découverte par Mendel il y a trois-quarts de siècle.

3° La Fonction athrocitaire dont l'étude, qu'il a perfectionnée, lui a révélé des faits encore peu connus ou même inconnus, notamment cette fonction nouvelle qu'il a appelée *athrocitaire* grâce à laquelle un animal peut éliminer par ses organes d'excrétion une matière colorante dissoute que l'on injecte en petite quantité dans ses cavités internes.

Ses nombreux travaux sont exposés dans plus de 200 mémoires parus dans les recueils de diverses sociétés savantes et dont plusieurs ont été traduits en langues étrangères. M. Cuénot publiera prochainement *Les Tardigrades de la Faune de France* ainsi qu'une 3e édition de la *Genèse des espèces animales*.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté de Pharmacie.* — MM. Delépine, Guerbert et Villiers, anciens professeurs, sont nommés Professeurs honoraires.

Collège de France. — Les crédits devenus disponibles par suite de l'admission à la retraite de M. Brillouin, sont affectés à l'enseignement de la Physique théorique.

Université de Bordeaux. — *Faculté des Sciences.* — M. Kirmann, Maître de Conférences est nommé Professeur de Chimie minérale et de Chimie physique, en remplacement de M. Dupont.

M. Feydau, Maître de Conférences de Zoologie, est nommé Professeur titulaire à titre personnel.

Université de Lyon. — *Faculté des Sciences.*— M. Douin, Maître de Conférences de Botanique, est nommé Professeur titulaire à titre personnel.

— *Faculté de Médecine et de Pharmacie.* — M. Rochaix Agrégé, est nommé Professeur d'Hygiène, en remplacement de M. Courmont.

Université de Poitiers. — *Faculté des Sciences.* — M. Bouligand, Professeur de Mécanique rationnelle est nommé, sur sa demande, Professeur de Calcul différentiel.

Université de Clermont. — *Faculté des Sciences.* — M. Dubois, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Caen est nommé Professeur de Physique à la Faculté de Clermont, en remplacement de M. Mathias.

Université de Grenoble. — *Faculté des Sciences.* — M. Moret, Maître de Conférences de Zoologie, nommé Professeur titulaire à titre personnel.

Université de Rennes. — *Faculté des Sciences.* — M. Conduche, Maître de Conférences de Chimie, est nommé Professeur titulaire à titre personnel.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Reims. — Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant des Chaires de Pathologie, de Clinique chirurgicale et de Clinique obstétricale s'ouvrira le jeudi 23 juin à la Faculté de Médecine de Nancy.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Effet Raman (*Anisotropie des molécules*), par J. Cabannes, une brochure in-8° de 66 pages. Hermann et Cie, éditeurs. Paris 1930. — Prix : 8 francs.

Tout fluide isotrope peut être considéré comme formé de molécules qui, dans le cas le plus général, ont la symétrie d'un ellipsoïde à 3 axes A, B, C. C'est l'inégalité des coefficients A, B, C, qui caractérise l'anisotropie de la molécule. L'auteur fait un exposé des phénomènes qui révèlent cette anisotropie. Prenant pour guide la molécule de Langevin. M. Cabannes étudie les propriétés optiques et électriques de ce modèle et en tire un certain nombre de conséquences, accessibles aux vérifications expérimentales, concernant l'indice de réfraction, la dépolarisation de la lumière diffusée et la biréfringence électrique.

La raison du succès de ce modèle d'atome tient, d'après l'auteur, à ce que « les propriétés optiques d'une molécule constituée par des ions ou des atomes isotropes, polarisables par une force électrique extérieure et capables de l'influencer mutuellement, posèdent trois plans de symétrie rectangulaires, quels que soient le nombre, la nature, les positions relatives de ces éléments isotropes.

L'exactitude du modèle moléculaire de Langevin implique seulement l'isotropie des atomes ».

L'auteur considère ensuite la molécule comme un assemblage d'atomes isotropes plus ou moins rigides, l'anisotropie de la molécule étant due à l'action, sur chacun des atomes, des doublets induits dans les autres. Il applique ensuite la théorie au calcul des diamètres atomiques et vérifie le résultat des calculs dans le cas de la molécule NO. Il examine les molécules homopolaires triatomiques, le carbone tétraédrique, la formation des longues chaînes, les doubles liaisons, les molécules des acides gras, le changement de l'anisotropie moléculaire lorsqu'on passe de l'état gazeux à l'état liquide.

Cependant, l'hypothèse de l'isotropie atomique ne saurait être considérée comme rigoureusement exacte et le modèle moléculaire à atomes isotropes est insuffisant. Sans renoncer à la molécule de Langevin, il faut chercher une interprétation plus exacte de son anisotropie qui soit valable aussi bien pour une molécule monoatomique que pour une molécule polyatomique. L'auteur montre en terminant que l'étude des spectres de bandes des molécules diatomiques a rapidement développé, depuis 1925, nos connaissances sur les configurations électroniques possibles dans les molécules et les nombres quantiques qui définissent chacune d'elles. D'autre part, la théorie de la réfraction de Kramers, rattachée à la mécanique ondulatoire, montre comment la réfractivité moléculaire est liée aux divers passages d'un configuration électronique à une autre.

A. Bc.

TABLES DES MATIÈRES

ANNÉE 1931

I. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS (Articles)

B

Baillaud (René) : Poinçon de Besançon pour montres de qualité, 216.

Basso : *La marine marchande d'après guerre :*

Les navires à moteur Diesel, 16. — Les navires à propulsion électrique, 393.

Génie maritime :

Aération et ventilation, 25. — Refonte et transformations de navires, 54. — Le *Félix-Roussel*, 88. — Paquebots récents pour les lignes de la Corse, 117. — A propos de la chauffe au charbon pulvérisé, 147. — Le moteur Diesel rapide pour embarcation, 177. — Chalutiers de grande pêche à moteur Diesel, 215. — Réchauffeurs d'eau d'alimentation à vapeur surchauffée, 247. — L'évolution du pétrolier, 279. — Dock flottant en service au Havre, 312. — Le mouvement mondial des constructions navales en 1930, 340. — Etudes expérimentales sur le remorquage des chalands, 373. — L'évolution de la chaudière marine : température et pression, 405. — Navire à destination spéciale : Le câblier *Ampère*, 440. — La réalisation de la turbine de marine : sir Charles Parsons, 470. — Faits et théories, 503. — Quelques tendances du Diesel marin, 504. — La propulsion électrique : alternatif ou continu, 535. — Sur la fatigue des coques de grandes dimensions, 571. — Remorqueurs chauffant au charbon pulvérisé, 602. — Un nouveau type de chaudière à haute vaporisation, 603. — La corrosion des coques de pétroliers, 629. — Installations de bord par la récupération de l'énergie, 667. — Quelques tendances dans la construction des navires de guerre, 695. — Le développement des auxiliaires sur les navires modernes, 727.

Beauverie et Treyve : La végétation active et le développement des plantes vertes au bout d'une année en récipients hermétiquement clos; les applications, 13.

Benon : L'alcoolisme perversité, 172.

Berthelot : Données nouvelles sur l'helminthiase et son traitement, 240.

Bertrand : L'origine des pétroles, 257.

Besairie : Les études géologiques à Madagascar et les contributions au développement économique de la Colonie, 648.

Bidault (Dr) : La conservation de la viande dans les industries alimentaires, 749.

Boutaric : La floculation des solutions colloïdales, 129.

Bréguet : De l'emploi de l'acier dans la construction des avions, 585.

De la Brosse : Les Institutions scientifiques de l'Indochine française, 641.

Bussard : De la psychologie zoologique à la zoo-sociologie expérimentale, 331.

C

Chaudron : Les applications des hautes températures à l'industrie chimique, 353.

Claude : Vers la conquête de l'énergie des mers, 161.

D

David : Guidage radio-électrique des navires et aéronefs, 553, 592.

Didiée : L'asthénie. Déséquilibre physico-chimique, 469.

Doublet : Le système métrique, 225. — Etienne Bezout, 404.

Dubois : Les principaux types de limons en France septentrionale, 385.

Dyson (W.) : Histoire de l'Observatoire de Greenwich, 1.

E

Emschwiller : L'action chimique de la lumière, 618.

F

Faucher : Les inondations de mars 1930 dans le midi de la France, 72.

Filippoff : Les précurseurs d'Hipparque, 38.

Franchet : Les survivances préhistoriques ; I. L'écorçage des arbres, 521.

G

Garnier : Le mois mathématique à l'Académie des Sciences : (octobre 1930) 23, (novembre) 84, (décembre) 145, (janvier 1931) 213, (février) 308, (mars) 370, (avril) 400, (mai) 534, (juin), 598, (juillet-août) 666, (septembre) 725.

Gaudu cheau : L'engraissement artificiel des viandes, 139.

Granger : La Porcelaine de Limoges, 268.

Gruvel : Comment les études scientifiques permettent la connaissance et l'utilisation des Produits de la mer et des eaux douces aux colonies, 654.

Guillaume : Les poissons venimeux, 428.

H

Hubert : La physique du Globe dans les colonies françaises, 645.

J

Jalabert : L'Université Saint-Joseph de Beyrouth, 663.

Joleaud : Un nouveau primate paléohominien fossile : le Sinanthrope de Pékin, 438. — L'expansion géographique des Hommes de Néanderthal au Quaternaire moyen dans les régions méditerranéennes, 466. — La première réunion des Services géologiques africains à Kigoma, en juillet 1931, 600.

Joubin : La faune des grandes profondeurs de l'Océan, 97.

L

Laborde : L'aménagement intégral du Rhône, 705.

Lavauden : Animaux disparus et légendaires de Madagascar, 297.

Leblond : Insuffisance dangereuse de la culture scientifique dans les vieilles colonies, 661.

Le Bon : Une force attractive nouvelle, 457.

Lecomte : Botanique et colonies, 652.

Lecomte du Noüy : La mesure de la viscosité. Un viscosimètre de précision, 105.

Ledoux : Les distributions d'énergie électrique à basse tension, 682, 717.

Lumière : Colloïdes et micelloïdes, 289.

M

Marchand : Notes de température marine du duc de Liancourt, 246.

Marcotte : Un nouveau moteur à huile lourde du système Rochefort, 178. — Les carburants et la carbonisation à basse température, 237. — Les radiophares, 374. — Les progrès du moteur à combustion interne et ses applications, 449. — Le basalte fondu et la basaltine, 536. — Nouveau carburateur réalisant les dosages théoriques, 630. — Le labourage électrique en 1931, 729.

Maurain : La stratosphère et les couches les plus élevées de l'atmosphère, 545.

Montandon (George) : Au-delà de l'Ologénèse, 239.

N

Neveux : Moyens d'améliorer l'hydrogénèse dans les régions arides, 737

Nodon : Recherches sur les détonations de nature inconnue, précédant les perturbations atmosphériques et solaires, 310. — L'action solaire sur la Terre, 577.

O

Œhmichen : De l'hélicoptère à l'hélicostat, 609.

P

Paloque : la conception moderne de notre Univers sidéral, 321.
Pascalis : Il ne doit plus y avoir de mauvaises anesthésies, 439.
Pérard : La haute précision des mesures de longueur au laboratoire et dans l'industrie, 419.
Pesce : L'exploration boréale intégrale de l'expédition sous-marine transarctique de Wilkins-Ellsworth, 361.
Piédallu : L'explosif agricole et les engrais en Algérie, 505.
Pignot : Le gaz de la Ville et le problème du carburant national, 111.
Poisson : Les maladies parasitaires à Madagascar, 130.
Portier : Le laboratoire ambulant, 33. — Les tendances actuelles de la biologie. A propos d'un livre récent de M. Vignon, 513.

R

Ranc. : Le régime de l'alcool en France, 207.
Rigotard (Laurent) : L'Institut international d'Agriculture à Rome, 55. — La station de céréaliculture de Rieti, 341. — La situation actuelle de l'Agriculture, 632.
Roubaud : La science entomologique aux colonies, son insuffisance et ses besoins, 491.
Rouch : Coup d'œil sur l'histoire de la météorologie, 530, 563.

S

Sanson : Le climat parisien au temps du romantisme, 48.
Schidlof : L'électromagnétisme et les principes de la mécanique, 65.

T

Techoueyres : A propos de la genèse des épidémies, 358.
Tenot : Les turbines hydrauliques actuelles et leurs modalités d'emploi dans l'aménagement des chutes d'eau, 195.
Treyve : voir Beauverie.
Troude : Les illusions évolutionnistes, 402.

V

Vannier : Tuberculiniques et tuberculeux, 435, 459.
Vincent : Claude Bernard et le Collège de France, 481.

II. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

(Articles, Notes et Actualités, Académie des Sciences)

A

Académie des Sciences : 26, 60, 89, 119, 149, 181, 218, 249, 282, 314, 344, 375, 407, 442, 471, 508, 537, 572, 633, 668, 697, 733, 756. (*Voir aussi* (Table IV).
Acide sulfurique (Production en Europe), 406.
Action solaire sur la Terre, 577.
Activité chimique des substances à l'état naissant, 278.
Aération et ventilation (des navires), 25.
Agriculture (situation actuelle), 632.
Alcool, 207.
Alcoolisme, perversité, 161.
Anesthésies générales, 439.
Animaux disparus et légendaires de Madagascar, 297.
Architecture de l'état solide, 726.
Asthénie. Déséquilibre physico-chimique, 469.
Atomes (Dimensions des), 628.
Avions (Construction), 585.
Azote (Industrie) et nos besoins alimentaires, 280.

B

Basalte fondu et basaltine, 535.
Basaltine, 535.
Bezout (Etienne), 404.
Bibliographie scientifique (Une suggestion pour la), 311.
Biologie (Tendances actuelles). A propos d'un livre récent de M. Vignon, 513.
Bleuissement des bois, 217.
Botanique et colonies, 652.
Brome (Production du) en France, 632.
Bruit (Le) et sa mesure, 117.

C

Caféier à la Côte d'Ivoire, 732.
Carburants, 111, 237.
Carburateur réalisant les dosages théoriques, 630.
Chromage des montres en or en Suisse, 55.
Chutes d'eau, 195.
Cinématographie (Applications), 277.
Circulation automobile en Allemagne, 218.
Claude Bernard et le Collège de France, 481.
Climat parisien au temps du romantisme, 48.
Collège de France, 481.
Colloïdes, 129, 372.
Colloïdes et micelloïdes, 289.
Concentration (Maximum de) aux températures élevées des composés endothermiques, 726.
Conservation de la viande dans les industries alimentaires, 749.
Constitution chimique et effet Raman, 310.
Corrosion (Protection des métaux contre la), 311.
Couronne solaire, 86.
Cristal (Le) et sa signification, 466.
Cristaux (Propriétés magnétiques), 401.
Cultures au Muséum national d'histoire naturelle (Service des), 342.

D

Détonations de nature inconnues, 310.
Dragages de Cochinchine, 313.

E

Eau potable et évacuation des eaux usées dans les campagnes, 569.
Eclairage par tubes à décharge électrique, 53.
Ecorçage des arbres, 521.
Electricité par frottement, 24.
Electroaffinité des gaz, 175.
Electrolyse des oxydes métalliques dissous dans l'anhydride borique ou dans les borates fondus, 176.
Electromagnétisme et les principes de la mécanique, 65.
Energie électrique à basse tension (Distribution), 682, 717.
Energie hydraulique au Canada, 280.
Energie des mers, 161.
Engraissement artificiel des viandes, 139.
Entomologie (Science) aux colonies, son insuffisance et ses besoins, 491.
Epidémies (genèse), 358.
Epiderme humain (Sensibilité de l') aux rayons ultra-violets, 502.
Ethnographie agricole, 521.
Etudes géologiques à Madagascar, 648.
Exploration boréale intégrale de l'expédition sous-marine transarctique de Wilkins-Ellesworth, 361.
Explosif agricole (L') et les engrais en Algérie, 505.

F

Faune des grandes profondeurs de l'Océan, 97.
Floculation des solutions colloïdales, 129.
Force attractive nouvelle, 457.
Forces superficielles et équilibres chimiques, 568.
Fumées (Obscurcissement des villes par les), 629.

G

[illegible]
Garnier. Le mois Mathémathique (novembre 1930) 84; (décembre) 145; (janvier 1931) 213; (février) 308; (mars) 370; (avril) 400; (mai) 534: (juin) 598; (juillet-août) 666; (septembre), 000.
Gaz de Ville et le problème du carburant national, 111.
Géodésie (Quelques problèmes internationaux), 277.
Génie maritime (Chronique mensuelle) 25, 54, 88, 117, 147, 177, 215, 247, 279, 312, 340, 373, 405, 440, 470, 503, 504, 535, 571, 602, 603, 629, 667, 695, 727. (Voir table I : Basso).
Giroflier à Madagascar, 605.

Goudronnage des routes, 442.
Graphite à Madagascar, 497.
Graphite en Sibérie, 373.
Guidage radio-électrique des navires et des aéronefs. 553, 592.
Guyon. Essai de psychologie matérialiste, 704.

H

Hautes températures, 353.
Hélicoptère, 609.
Hélicostat, 609.
Helminthiase et son traitement, 246.
Hipparque (Précurseurs), 38.
Huile de Moringa ou huile de Bon, 604.
Hydrogène (Nouveau procédé de préparations), 693.
Hydrogène sulfuré et hydrogène sélénié (Structure cristalline), 146.
Hydrogénèse dans les régions arides, 737.

I

Illusions évolutionnistes, 402.
Indochine, 148, 641.
Inondations de mars 1930 dans le midi de la France, 72.
Institut international d'Agriculture à Rome, 55.
Institut Pasteur et les colonies, 674.
Institutions chimiques de l'Indochine française, 641.
Insuffisance dangereuse de la culture scientifique dans les vieilles colonies, 661.

J

Jelutong ou Bornéo mort, 508.

L

Laboratoire ambulant, 33.
Labourage électrique en 1931, 729.
Limons en France septentrionale, 385.
Lumière (Action chimique), 618. — Vitesse, 437.

M

Madagascar, 56, 130, 179, 297, 497, 605, 648.
Maladies parasitaires à Madagascar, 130.
Marine marchande d'après-guerre : Les navires à moteur Diesel, 16. — Les navires à propulsion électrique, 393.
Manufacture des produits photographiques, 441.
Mercure (Dépôts) dans l'Asie centrale, 372. — En Algérie, 406.
Mesures de longueurs au laboratoire et dans l'industrie, 419.
Météorologie (Histoire), 530, 563.
Mica en plaques, 218.
Mission scientifique : Dakar-Djibouti, 281.
Mission scientifique : Sahara-Niger-Soudan, 732.
Mois mathématique à l'Académie des Sciences, 23, 84, 145, 213, 308, 370, 400, 534, 598, 666, 725.
Montres (Les nouvelles) remontées automatiquement par les secousses, 728.
Moteur à huile lourde du système Rochefort, 178. — Compound (Emploi), 406. — à combustion, 449.

N

Néanderthal (L'expansion géographique des Hommes de — au Quaternaire moyen dans les régions méditerranéennes, 467.

O

Observatoire de Greenwich, 1.
Ologénèse (Au-delà de l'), 339.
Ondes courtes en T. S. F., 214.
Ozone et météorologie, 755.

P

Palétuvier en papeterie, 180.
Pectographie des solutions colloïdales, 372.
Perméabilité des tissus de vêtement au rayonnement solaire, 338.
Perturbations atmosphériques solaires, 310.
Pétroles (Origine), 257. — à Trinitad, 407.
Photochimie, 52.
Phosphorescence du sulfure de calcium, 87.
Physique du Globe dans les colonies françaises, 645.
Poinçon de Besançon pour montres de qualité, 216.
Poissons venimeux, 428.
Porcelaine de Limoges, 268.
Pourriture de l'inflorescence du Palmier-dattier, 502.
Primate paléohominien fossile : le Sinanthrope de Pékin, 438.
Propriétés des monocristaux métalliques, 372.
Psychologie zoologique (De la) à la zoo-sociologie expérimentale, 331.
Puits (Désinfection), 25.

R

Radiométrie stellaire, 245.
Radiophares, 374.
Raie verte de l'aurore, 465.
Raisins secs en Algérie, 218.
Rayons positifs (Découverte des) et le développement de la physique moderne, 88.
Rayons X (Optique des), 568.
Réforme agraire en Tchécoslovaquie, 119.
Régime de l'alcool en France, 207.
Relativité, 465.
Rhône (Aménagement intégral), 707.
Richesse minière, à Madagascar, 179.
Riz (Office du), 148.
Ruberoïd et le danger d'incendie, 148.
Réglementation minière à Madagascar, 56.

S

Schistes bitumeux en Italie, 406.
Services géologiques africains à Kigoma (Tanganyika) en juillet 1931, 600.
Sinanthrope de Pékin, 438.
Soufre (Variété active), 215.
Spectre solaire (photographie), 116.
Station de céréaliculture de Riéti, 340.
Stérilisation des vins, 146.
Stratosphère et les couches plus élevées de l'atmosphère, 545.
Sulfure du zinc phosphorescent préparé par explosion, 693.
Système métrique, 225.

T

Tannage des peaux de reptiles, 375.
Tannery (Paul), 694.
Température marine (Notes du duc de Liancourt), 246.
Terre (La) et ses conditions d'existence, 339. — Action solaire sur la Terre, 577.
Tuberculiniques et tuberculeux, 435, 459.
Turbines hydrauliques, 195.

U

Univers sidéral, 321.
Université Saint-Joseph de Beyrouth, 663.
Utilisation des produits de la Mer et des eaux douces aux colonies, 654.

V

Végétation (La) active et le développement des plantes en récipients clos, 13.
Verres colorés employés comme chasse-mouches, 727.
Verres pour rayons invisibles, 501.
Vignon, 513.
Vins (Stérilisation), 146.
Viscosimètre, 105.
Viscosité (Mesure), 105.

W

Wilkins-Elsworth, 361.

III. — TABLE ALPHABÉTIQUE (Chroniques bibliographiques)

A

Agenda Béranger 1931, 32.
Annuaire astronomique et météorologique Camille Flammarion, 188.
Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1931, 63.
Annuaire économique colonial, 190.
Annuaire national de l'Agriculture, 416.
Appell et Goursat : Théorie des fonctions algébriques et de leurs intégrales T. I; Fatou, T. II, 382.
Arnulf : La mesure des rayons de courbure des surfaces sphériques employées en optique, 478.
Atlas pittoresque des colonies françaises, 32.

B

Baillaud (René) et Haag (Jules) : Annales françaises de chronométrie, 416.
Barrère : Commutatrices et convertisseurs rotatifs, 189.
Bary : Où en est l'électrochimie, 415.
Berzolari, Vivanti et Gigli : Enciclopedia matematiche elementari. T. I, 1re partie, 64.
Bouasse : Instruments à vent, 288. — Phénomènes liés à la symétrie, 735. — Tourbillons. Forces acoustiques. Circulations diverses, 735.
Bouligand : Compléments et exercices sur la Mécanique des solides, 735.
Buffet, Durand, Foex, Fortrat, Marinesco et Thon : Données numériques d'électricité, magnétisme et électrochimie, 188.
Brachet : L'œuf et les facteurs de l'ontogénèse, 640.
Bricard : Le calcul vectoriel, 159.
Brillouin : Les statistiques quantiques, T. I et II, 126.
Bruhat : Cours d'optique, 352.
Bruneau de Laborie : Chasses en Afrique française, 32.
Brunet : L'introduction des théories de Newton en France au XVIIIe siècle avant 1738, 672.
Bruninghaus, Henri et Wolfers : Données numériques de spectroscopie, 188.
Brunold : L'entropie, son rôle dans le développement historique de la thermodynamique, 159.
Brunold : Le problème de l'affinité chimique, 479.
Bruttini : Dictionnaire de Sylviculture, 544.

C

Campbell : An account of the principles of measurement and calculation, 383.
Castelfranchi : Physique moderne, 638.
Caullery : Le problème de l'Evolution, 512.
Combrie : Barlow's tables, 126.
Couderc : L'architecture de l'Univers, 160.

D

Deflandre : Microscopie pratique, 543.
Déjardin : Les quanta, 256.
Delcambre : Lexique météorologique, 735. — Equivalence des termes météorologiques dans les langues étrangères, 735.
Deltheil : Erreurs et moindres carrés, 223.
De Montessus de Ballore : Probabilités et statistiques, 478.
Denigès, Chelles et Labat : Précis de chimie analytique, 447.
Devé : Guide de l'ouvrier en verres d'optique de précision, 384.
D'Ocagne : Hommes et choses de science. Propos familiers, 288. — Cours de Géométrie de l'École Polytechnique, 383.
Dreyfus : La téléphonie, 415.
Duclaux : Viscosité et rigidité des liquides, 608.

E

Eddington : The rotation of the Galaxy, 189. — Etoiles et atomes, 223.
Enriques : Leçons de géométrie projective, 191.

F

Fabry : La lumière monochromatique, sa production et son emploi en optique pratique, 415.
Faye et Bourgeois : Cours d'astronomie de l'Ecole Polytechnique, 222.
Félice (De) : L'Agriculture à l'étran-
Florence : La thérapeutique moderne, 703.
ger, 288.
Flusin : Electrothermie appliquée, 160.
Fonville : Installations de Chauffage central, 64.
Forsyth : Geometry of four dimensions, 223.
Fourmarier et Denoël : Géologie et industrie minérale du Pays de Liége, 544.
Fréchet et Romann : Représentation des lois empiriques par des formules approchées, 127.

G

Galbrun : Propagation d'une onde sonore dans l'atmosphère et théorie des zones de silence, 702.
Garnier : Cours de mathématiques générales, 191.
Génie civil : L'évolution et le développement des principales industries depuis cinquante ans, 319.
Génin : Données numériques sur les colloïdes et l'adsorption, 479.
Gignoux et Moret : Un itinéraire géologique à travers les Alpes françaises de Voreppe à Grenoble et en Maurienne, 639.
Godéaux : La Géométrie, 702.
Graefe : Manuel de laboratoire pour l'industrie des goudrons de lignite, 190.
Graetz : Pétroles naturels et carburants de synthèse, 638.
Guillaumin : Les fleurs des jardins, 576.
Guyénot : La variation de l'évolution, T. II, 350.

H

Haas : La mécanique ondulatoire et les nouvelles théories quantiques, 126. — Quanta et Chimie, 638.
Hadamard : Cours d'analyse, T. II, 191.
Hamilton : The geometrical papers of sir W.-R. Hamilton, Vol. I, Geometrical optics, 415.
Hanffstengel (Von) : Le transport et la manutention mécanique, T. III, 128.
Hémardinquer : Le Phonographe et ses merveilleux progrès, 189. — La cinématographie sonore, 638.
Hémardinquer et Dumesnil : Le livre du disque et du phonographe, 639.
Hogge, Divry, Watrin, Foret et Lahaye : Physiologie sexuelle normale et pathologique, 224.
Houllevigue : La vie du Globe et la science moderne, 639.

J

Jouniaux : Leçons de chimie analytique, 188.
Julia : Principes géométriques d'analyse, 1re partie, 127. — Leçons sur la représentation conforme, 478.
Julia et Béghin : Exercices de Mécanique, 256, 478.

K

Kotzareff : Traitement des cancers dits inopérables, incurables et abandonnés, 544.

L

Lafay : Cours de Physique de l'Ecole Polytechnique, T. I, 189; I. I et II, 672.
Lalande : Les illusions évolutionnistes, 192.
Launay (De) : La technique industrielle, 127.
Lecornu : Les machines, propriétés générales, 64.
Leib : Applications du calcul différentiel, 415.
Leroy et Medakovitch : Paralysie générale et malariathérapie, 448.
Lévy : Cours d'analyse de l'Ecole polytechnique, T. I, 383.
Longinescu : Essai sur les principes de la thermodynamique, 350.
Loria : Curve piana speciali algebriche e trascendenti. Teoria et storia, T. I et II, 128.
Lusin : Leçons sur les ensembles analytiques, 383.

M

MARCH : Les principes de la méthode statistique, 478.
MARCOTTE : L'art de bâtir une maison agréable et saine, 128.
MARCUSSON : Manuel de laboratoire pour l'industrie des huiles et graisses, 191.
MAUDUIT : Machines électriques, 223.
MAURAIN, BRAZIER, EBLÉ, LABROUSTE et SALLES : Données numériques de Physique du Globe, 188.
MEYERSON : Du cheminement de la pensée, 704.
MONDEIL : Les effluvistes à la barre. Le fluide vital et le bioscope aux prises avec la physique, 64.
MOREUX : Science et Style, 320.
METZGER : Newton, Stahl, Bœrhave et la doctrine chimique, 127.

N

NEWMAN : Electrolytic conduction, 448.
NICAISE : Les mouvements mécaniques, 148.

P

PAINLEVÉ : Leçons sur la résistance des fluides non visqueux, 126. — Cours de Mécanique de l'Ecole Polytechnique, 224.
PAPELIER : Eléments de trigonométrie, 63.
PASCAL : Synthèses et catalyses industrielles, 188.
PFLEIDERER : Les pompes centrifuges, 64.
PICARD : Eloges et discours académiques, 637.
PIÉRON : L'année psychologique, 703.
PORTEVIN : Histoire naturelle des Coléoptères de France, 703.

R

RAMOS : Leçons sur le calcul vectoriel, 478.
REITLINGER : Sur l'utilisation de la chaleur dans les machines à feu, 416.
RIBAUD : Température des flammes, 736.
ROSA : L'Ologénèse, 352.
ROSE : La question des tropismes, 639.
ROUSSET : Guide du technicien pour l'organisation du travail personnel, 128.
ROUSSILHE : Emploi de la photographie aérienne aux levers topographiques à grande échelle, 287.
RUTHERFORD : Radiations from radioactive substances, 352.
RUYER : Esquisse d'une philosophie de la structure, 704.

S

SCHMIDT : Origine et évolution de la religion. Les théories et les faits, 640.
SMART : Text-Book an spherical astronomy, 320.
SOBECK : Table pour la détermination directe des combinaisons d'engrenages, 31.
STEKEL : Les états d'angoisse nerveux et leur traitement, 192.

T

TABLES annuelles des constantes et données numériques de chimie, de physique, de biologie et de technologie, Vol. I à V et Vol. VII, 286.
TAVERNE : Aviation naturelle, 160.
TCHON-SU : Etude cytologique sur l'Hybridation chez les Anoures, 416.
THARAUD : La Palestine, 32.
THIBAUD : Les rayons X, 287.
TOTHILL et PAINE : The coconut in Fiji, 736.
TRILLAT : Les applications des rayons X, 383.
TSOUNTAS : Guide pratique du chimiste dans l'industrie du ciment, 384.

V

VALLAUX : Géographie générale des mers, 480.
VANDEL : La Parthogenèse, 608.
VARGHA : Aide-calcul graphique pour la Mécanique générale, 31.
VAYSSIÈRE (DE LA) : La théorie psychanalytique de Freud, 192.
VEBLEN : Analysis situs, 672.
VIGNON : Introduction à la Biologie expérimentale. Les Etres organisés. Activités. Instincts. Structures, 543. — Recherches sur les Sauterelles. Feuilles de l'Amérique tropicale, 543.
VILLAT : Leçons sur la théorie des tourbillons, 64. — Mécanique des fluides, 191.
VOLTERRA : Théorie mathématique de la lutte sur la vie, 288.

W

WERNER HEISENBERG : The physical principles of the quantum theory, 479.
WETZEL : Les méthodes modernes d'éclairage, 189.
WITTING : Differential rechnung, 478.
WOLFERS : Deux heures de physique, 638. — Les ultra-sons et la biologie, 703.

Y

YOU : Madagascar, colonie française, 480.

IV. — TABLE CHRONOLOGIQUE DES SOMMAIRES

10 Janvier 1931

Histoire de l'Observatoire de Greenwich, par SIR FRANK W. DYSON, Astronome Royal..... 1

La Végétation active et le Développement de Plantes vertes au delà d'une année en récipients hermétiquement clos: les Applications, par J. BEAUVERIE, Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, et L. TREYVE..... 13

La Marine marchande d'après guerre: Les Navires à moteur Diesel, par LOUIS BASSO, Ingénieur civil des Constructions navales..... 16

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Mathématiques:** Le Mois mathématique à l'Académie des Sciences (Octobre 1930). — **Physique:** Production de l'électricité par frottement. — **Hygiène:** Désinfection des puits. 23

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime:** Aération et ventilation..... 25

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances du 24 Novembre et 1er Décembre 1930..... 26

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 31

BIBLIOGRAPHIE..... 31

24 Janvier 1931

Le Laboratoire Ambulant, par P. PORTIER..... 33

Les Précurseurs d'Hipparque, par L. FILIPPOFF, Assistant à l'Observatoire d'Alger..... 38

Le Climat Parisien au Temps du Romantisme, par JOSEPH SANSON..... 48

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Photochimie:** Quelques Aspects de la Photochimie. — **Electricité:** Eclairage par Tubes à Décharge électrique..... 52

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime:** Refonte et Transfosmation de Navires. — **Industrie:** Chromage des Montres en or en Suisse. — **Agriculture:** L'Institut International d'Agriculture à Rome. — **Mines:** La Réglementation minière à Madagascar.. 54

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séance du 8 Décembre 1930..... 60

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 62

BIBLIOGRAPHIE..... 63

14 Février 1931

L'Électromagnétisme et les principes de la Mécanique, par A. Schidlof, Professeur à l'Université de Genève. 65

Les Inondations de mars 1930 dans le Midi de la France, par D. Faucher, Professeur de Géographie à l'Université de Toulouse..... 72

NOTES ET ACTUALITÉS. — Mathématiques: Le Mois mathématique à l'Académie des Sciences (Novembre 1930). — **Astronomie**: Observation de la couronne solaire en dehors des éclipses. - **Physique**: Influence des impuretés sur la phosphorescence du sulfure de calcium. — **Electricité**: La découverte des rayons positifs et le développement de la physique moderne..... 84

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: Le « Félix Roussel » 88

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 22 et 29 Décembre 1930. 89

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 96

28 Février 1931

La Faune des grandes profondeurs de l'Océan, par L. Joubin, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle..... 97

La Mesure de la Viscosité: Un Viscosimètre de précision, par P. Lecomte du Noüy, Chef du Service de Biophysique moléculaire à l'Institut Pasteur 105

Le Gaz de Ville et le problème du Carburant national, par André Pignot, Docteur ès-sciences physiques, Ingénieur au Service des Recherches Physiques de la Société du Gaz de Paris 111

NOTES ET ACTUALITÉS. — Astronomie: Photographie du spectre solaire de λ 10.000 à λ 11.000 A. — **Acoustique**: Le bruit et sa mesure. 116

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie Maritime: Paquebots récents pour les lignes de la Corse. — **Agriculture**: La réforme agraire en Tchécoslovaquie. Les propriétés Lichtenstein..... 117

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 5, 12 et 19 Janvier 1931 119

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 125

BIBLIOGRAPHIE..... 126

14 Mars 1931

La Floculation des Solutions colloïdales, par A. Boutaric. Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon. 129

Une Application de la Science à l'Art culinaire: l'Engraissement artificiel des Viandes, par le Dr A. Gaudducheau 139

NOTES ET ACTUALITÉS. — Mathématiques: Le Mois mathématique à l'Académie des Sciences (Décembre 1930). — **Physique**: Application des Phénomènes d'Adsorption à la Stérilisation des Vins. — **Chimie Physique**: Structure cristalline de l'Hydrogène sulfuré et de l'Hydrogène sélénié..... 145

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie Maritime: A propos de la Chauffe au Charbon pulvérisé. — **Construction**: Les Toitures légères en Ruberoïd et le Danger d'Incendie. — **Agriculture coloniale**: Le Problème de la Production des Richesses en Indo-Chine. L'Office du Riz..... 147

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 26 Janvier, 2 et 9 Février 1931 149

NOUVELLES. — Vie scientifique et universita re . 155

BIBLIOGRAPHIE 159

28 Mars 1931

Vers la conquête de l'Energie des mers, par Georges Claude, Membre de l'Institut.. 161

L'Alcoolisme-perversité, par R. Benon..... 172

NOTES ET ACTUALITÉS. — Physique: Electroaffinité des gaz. **Electrochimie**: Electrolyse des oxydes métalliques dissous dans l'anhydride borique ou dans les borates fondus.. 175

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: Le moteur Diesel rapide pour embarcation. — **Mécanique appliquée**: Un nouveau moteur à huile lourde du système Rochefort. — **Mines**: Les richesses minières de Madagascar. — **Industrie**: Le bois de Palétuvier en papeterie... 177

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 16 et 23 Février 1931..... 181

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 186

BIBLIOGRAPHIE..... 188

11 Avril 1931

Les Turbines hydrauliques actuelles et leurs modalités d'emploi dans l'aménagement des chutes d'eau, par A. Tenot, Professeur de Mécanique appliquée à l'Ecole Nationale d'Arts et Métiers de Châlon-sur-Marne, Professeur d'Hydraulique à l'Ecole des Travaux Publics de Paris, Ingénieur-Conseil. . 195

Le Régime de l'alcool en France, par Albert Ranc, Docteur ès-Sciences. 207

NOTES ET ACTUALITÉS. — Mathématiques: Le Mois mathématique à l'Académie des Sciences (Janvier 1931). — **T. S. F.**: Les ondes courtes en T. S. F. — **Chimie Physique**: Variété active du soufre 213

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: Chalutiers de grande pêche à moteur Diesel. - **Horlogerie**: Poinçon de Besançon pour montres de qualité. — **Variétés**: Procédé contre le bleuissement des bois. — **Statistique**: Circulation automobile en Allemagne. — **Industrie**: Le mica en plaques. — **Agronomie**: La Préparation des Raisins secs en Algérie.... 215

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 2 mars et 9 mars 1931..... 218

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 222

BIBLIOGRAPHIE 222

25 Avril 1931

Le Système métrique, par E. DOUBLET, Astronome honoraire à l'Observatoire de Bordeaux 225

Les Maladies parasitaires à Madagascar, par H. POISSON, Directeur du Laboratoire central du Service vétérinaire à Tananarive. 130

Les Carburants et la Carbonisation à basse température, par EDMOND MARCOTTE..... 237

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Radiométrie stellaire**: Application du radiomètre au tracé des spectres d'énergie stellaire. — **Océanographie**: Notes de température marine du duc de Liancourt. — **Médecine**: Données nouvelles sur l'helminthiase et son traitement 245

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime**: Réchauffeur d'eau d alimentation à vapeur surchauffée. 248

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 16 et 23 mars 1931..... 249

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire ... 253

BIBLIOGRAPHIE..... 256

9 Mai 1931

L'Origine des Pétroles, par LÉON BERTRAND, Professeur à la Sorbonne et à l'Ecole Centrale 257

La Porcelaine de Limoges, par ALBERT GRANGER, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers. 268

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Géodésie**: Quelques Problèmes internationaux en Géodésie. — **Cinématographie**: Applications scientifiques de la Cinématographie. — **Chimie physique**: Activité chimique des Substances à l'Etat naissant..... 277

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime**: L'évolution du Pétrolier. — **Chimie**: L'Industrie de l'Azote et nos Besoins alimentaires. **Statistique**: L'Énergie hydraulique au Canada. 279

VARIÉTÉS. — La Mission Scientifique Dakar-Djibouti. 281

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 30 mars et 7 avril 1931. 282

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.. . 285

BIBLIOGRAPHIE 286

23 Mai 1931

Colloïdes et Micelloïdes, par AUGUSTE LUMIÈRE, Correspondant de l'Institut et de l'Académie de Médecine 289

Animaux disparus et légendaires de Madagascar, par L. LAVAUDEN, Conservateur des Eaux et Forêts, Directeur des Forêts de Madagascar..... 297

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Mathématiques.** - Le mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Février 1931). — **Physique du Globe.** — Recherches sur les détonations de nature inconnues, précédent les perturbations atmosphériques solaires. — **Chimie physique**: Constitution chimique et effet Raman. — **Electrochimie**: Sur la protection des métaux contre la corrosion. — **Statistique**: Une suggestion pour la biliographie scientifique..... 308

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime**: Dock flottant en service au Havre. — **Travaux publics**: Les dragages de Cochinchine. 312

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 13 et 20 avril 1931. 314

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 318

BIBLIOGRAPHIE..... 319

13 Juin 1931

La Conception moderne de notre Univers sidéral, par EMILE PALOQUE, Astronome à l'Observatoire de Toulouse..... 321

De la Psychologie zoologigue à la Zoo-Sociologie expérimentale, par CLAUDE BUSSARD. 331

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Physique**: Perméabilité des tissus de vêtement au Rayonnement solaire. — **Physique du Globe**: La Terre, et ses Conditions d'existence. — **Anthropologie**: Au delà de l'Ologénèse..... 338

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Statistique**: Le Mouvement mondial des Constructions navales en 1930. — **Agronomie**: La Station de Céréaliculture de Rieti..... 340

VARIÉTÉS. — Le Service des Cultures au Muséum National d'Histoire naturelle..... 342

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances du 27 avril et des 4 et 11 mai 1931..... 344

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 349

BIBLIOGRAPHIE..... 350

27 Juin 1931

Les Applications des hautes Températures à l'Industrie chimique, par GEORGES CHAUDRON, Professeur de Chimie appliquée à la Faculté des Sciences de Lille, Directeur de l'Institut de Chimie appliquée. 353

A propos de la Génèse des Epidémies, par E. TECHOUEYRES, Professeur à l'Ecole de Médecine de Reims. 358

L'Exploration boréale intégrale de l'Expédition sous-marine transarctique de Wilkins-Ellsworth, par GASTON L. PESCE, Ingénieur des Arts et Manufactures..... 361

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Mathématiques**: Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Mars 1931). — **Physique**: Pectographie des solutions colloïdales. — **Cristallographie**: Les propriétés des monocristaux métalliques. — **Statistique**: Dépôts de mercure dans l'Asie Centrale. — Gisements de graphite en Sibérie..... 370

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime**: Etudes expérimentales sur le remorquage des chalands. — **Optique appliquée**: Les Radiophares. — **Industrie**: Le tannage des peaux de reptiles..... 373

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 18 et 26 mai 1931..... 375

NOUVELLES. - Vie scientifique et universitaire .. 380

BIBLIOGRAPHIE..... 328

11 Juillet 1931

Les principaux Types de Limons en France septentrionale, par Georges Dubois, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg... 385

La Marine marchande d'après-Guerre: Les Navires à propulsion électrique, par Louis Basso, Ingénieur civil des Constructions navales 393

NOTES ET ACTUALITÉS. — Mathématiques: Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Avril 1931). — Electricité: Recherches récentes sur les Propriétés magnétiques des cristaux. — Biologie: Les Illusions évolutionnistes. — Histoire des Sciences: Etienne Bezout..... 400

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: L'Evolution de la chaudière marine: température et pression. — Traction: Emploi des Moteurs Compound en traction électrique à courant continu. — Mines: Les Schistes bitumineux en Italie. — Statistique: Production du Mercure en Algérie. — Production de l'Acide sulfurique en Europe. — Production du Pétrole à Trinidad.. 405

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 1er et 8 juin 1931..... 407

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire ... 412

BIBLIOGRAPHIE 415

25 Juillet 1931

La Haute Précision des Mesures de Longueurs au Laboratoire et dans l'Industrie, par A. Pérard, Sous-Directeur du Bureau international des Poids et Mesures 419

Les Poissons venimeux, par Albert Guillaume, Docteur ès Sciences 428

Tuberculiniques et Tuberculeux, par le Dr Léon Vannier. 435

NOTES ET ACTUALITÉS. — Physique : La Vitesse de la Lumière. — Anthropologie : Un nouveau Primate paléohominien fossile; le Sinanthrope de Pékin. — Médecine. Il ne doit plus y avoir de mauvaises anesthésies générales... 437

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime : Navires de destination spéciale. Le câblier « Ampère ». — Industrie : La Manufacture des Produits photographiques. — Statistique : Le Goudronnage des Routes..... 440

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 15 et 22 Juin 1931... 442

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 447

BIBLIOGRAPHIE. 447

8 Août 1931

Les Progrès du Moteur à Combustion interne et de ses Applications, par Edmond Marcotte, Ingénieur-Conseil... 449

Une Force attractive nouvelle, par Gustave Le Bon.. 457

Tuberculiniques et Tuberculeux, par le Dr Léon Vannier (*Suite*). 459

NOTES ET ACTUALITÉS. — Astronomie : Les Vérifications astronomiques de la Théorie de la Relativité. — Physique du Globe : Recherches récentes sur la Raie verte de l'Aurore. — Cristallographie : Le Cristal et sa Signification. — Anthropologie: L'Expansion géographique des Hommes de Néanderthal au Quaternaire moyen dans les Régions méditerranéennes. — Médecine : L'Asthénie Déséquilibre physico-chimique.. 465

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: Le Réalisateur de la Turbine marine : sir Charles Parsons..... 470

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances du 29 Juin et du 6 juillet 1931.... 471

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 476

BIBLIOGRAPHIE..... 478

22 Août 1931

Claude Bernard et le Collège de France, par Hyacinthe Vincent, Professeur au Collège de France, Membre de l'Institut (Académie des Sciences) et de l'Académie de Médecine 481

La Science Entomologique aux Colonies, son Insuffisance et ses Besoins, par Emile Roubaud, Membre de l'Académie des Sciences Coloniales, Professeur d'Entomologie médicale à l'Institut Pasteur..... 491

VARIÉTÉS. — Le Graphite à Madagascar : Le Graphite..... 497

NOTES ET ACTUALITÉS. — Spectroscopie: Verres pour rayons invisibles. — Pathologie végétale : La Pourriture de l'Inflorescence du Palmier dattier. — Physique biologique: La Sensibilité de l'épiderme humain aux Rayons ultra-violets..... 501

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime : Faits et Théories ; Quelques Tendances du Diesel marin. — Agriculture: L'Explosif agricole et les Engrais en Algérie. — Industrie : Le Jelutong ou Bornéo mort..... 503

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 6, 15 et 20 Juillet 1931..... 508

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 511

BIBLIOGRAPHIE 512

12 Septembre 1931

Les Tendances actuelles de la Biologie. A propos d'un Livre récent de M. Vignon, par P. Portier, Professeur à la Sorbonne, Membre de l'Académie de Médecine..... 513

Etude d'Ethnographie agricole. Les Survivances préhistoriques: I. L'écorçage des arbres, par L. Franchet. 521

Coup d'œil sur l'histoire de la Météorologie, par le Commandant J. Rouch. La météorologie dans l'antiquité..... 530

NOTES ET ACTUALITÉS. — Mathématiques: Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Mai 1931)..... 534

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: La Propulsion électrique : alternatif ou continu. — Industrie: Le Basalte fondu et la Basaltine..... 535

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 20 Juillet (*suite*) 27 Juillet et 10 Août 1931..... 537

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire ... 542

BIBLIOGRAPHIE 543

26 Septembre 1931

La Stratosphère et les Couches les plus élevées de l'Atmosphère, par Ch. Maurain, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne. 545

Guidage radio-électrique des Navires et Aéronefs, par Pierre David, Docteur ès-Sciences, Ingénieur en chef au Laboratoire national de Radioélectricité.. 553

Coup d'œil sur l'Histoire de la Météorologie, par le Commandant J. Rouch, — La Météorologie dans l'An iquité (*fin*) 563

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Optique** : L'Optique des Rayons X. — **Chimie physique** : Forces superficielles et Equilibres chimiques. — **Hygiène** : L'Eau potable et l'Evacuation des Eaux usées dans les Campagnes 568

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime**: Sur la Fatigue des Coques de grandes Dimensions..... 571

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 17 Août et 24 Août 1931. 572

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 573

BIBLIOGRAPHIE 576

10 Octobre 1931

L'Action solaire sur la Terre, par Albert Nodon, Docteur ès-Sciences, Président de la Société astronomique de Bordeaux 577

De l'Emploi de l'acier dans la Construction des Avions, par Louis Bréguet..... 585

Guidage radio-électrique des Navires et Aéronefs, par Pierre David, Docteur ès Sciences, Ingénieur en chef au Laboratoire national de Radioélectricité (*fin*)... 592

NOTES ET ACTUALITÉS — **Mathématiques**: Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Juin 1931). — **Géologie** : La première réunion des Services Géologiques Africains à Kigoma (Tanganylka) en Juillet 1931..... 598

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime**: Remorqueurs chauffant au Charbon pulvérisé. — Un nouveau Type de Chaudière à haute Vaporisation — **Chimie Industrielle**: Les Huiles de Moringa ou Huiles de Bon. — **Agronomie**: Le Giroffier à Madagascar..... 602

NOUVELLES — Vie scientifique et universitaire.... 607

BIBLIOGRAPHIE..... 608

24 Octobre 1931

De l'Hélicoptère à l'Hélicostat, par Etienne Oehmichen, Ingénieur E. C. P 609

L'Action chimique de la Lumière, par Guy Emschwiller, Chef des Travaux pratiques de Chimie générale au Conservatoire National des Arts et Métiers..... 618

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Physique** : Les dimensions des Atomes. — **Hygiène** : L'Obscurcissement des Villes par les Fumées.....*1*.... 628

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime** : La Corrosion des Coques de Pétroliers. — **Moteurs**: Nouveau Carburateur réalisant les Dosages théoriques. — **Industrie** : Production du Brome en France. — **Génie rural** : La Situation actuelle de l'Agriculture 629

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 24 Août (*suite*) et 31 Août, 7, 14 et 21 Septembre 1931..... 633

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.. 637

BIBLIOGRAPHIE..... 637

14 Novembre 1931

SCIENCE ET COLONIES :

Les Institutions scientifiques de l'Indochine Française, par P. B. de la Brosse, Résident supérieur, Directeur de l'Agence économique de l'Indochine..... 641

La Physique du Globe dans les Colonies françaises, par Henry Hubert, Inspecteur général du Service météorologique colonial, Conseiller technique du Ministère des Colonies..... 645

Les Etudes géologiques à Madagascar et leur Contribution au Développement économique de la Colonie, par Henri Besairie, Ingénieur-Docteur, Géologue de la Direction des Mines à Tananarive..... 648

Botanique et Colonies, par H. Lecomte, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle 652

Comment les Études scientifiques permettent la connaissance et l'Utilisation des Produits de la Mer et des Eaux douces aux Colonies, par A. Gruvel, Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle, Conseiller scientifique et technique du Ministère des Colonies..... 654

Insuffisance dangereuse de la Culture scientifique dans les Vieilles Colonies, par Marius-Ary Leblond 661

L'Université Saint Joseph de Beyrouth, par Louis Jalabert, de l'Académie des Sciences coloniales... 663

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Mathématique** : Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Juillet-Août 1931)..... 666

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime** : Installations de bord pour la Récupération de l'Energie. 667

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances du 28 Septembre et du 5 Octobre 1931..... 668

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 671

BIBLIOGRAPHIE 672

28 Novembre 1931

L'Institut Pasteur et les Colonies, par E. Marchoux, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à l'Institut Pasteur 674

Les Distributions d'Énergie électrique à basse Tension, par Charles Ledoux..... 682

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Chimie physique** : Sulfure de Zinc phosphorescent préparé par Explosion. — **Chimie**: Nouveau Procédé de Préparation de l'Hydrogène. — **Histoire des Sciences** : Paul Tannery, historien des Sciences..... 693

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime** : Quelques Tendances dans la Construction des Navires de guerre 695

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 12, 19 et 26 octobre 1931..... 697

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 701

BIBLIOGRAPHIE 702

12 Décembre 1931

L'AMÉNAGEMENT INTÉGRAL DU RHONE, par Fernand Laborde, Ingénieur E. C. P., Vice-président de la Chambre des intérêts miniers de la Tunisie 705

Les Distributions d'Énergie électrique à basse Tension, par Charles Ledoux... 717

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Mathématique**: Le mois mathématique à l'Académie des Sciences (Septembre 1931). — **Physique** : Maximum de concentration aux températures élevées des composés endothermiques, — **Chimie physique** : L'architecture de l'état solide. **Hygiène** : Les verres colorés employés comme chasses-mouches..... 725

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime**: Le développement des auxiliaires sur les navires modernes. — **Horlogerie** : Les nouvelles montres remontées automatiquement par les secousses. — **Agriculture** : Le labourage électrique en 1931. — **Agronomie coloniale**: Le Caféier à la Côte-d'Ivoire..... . 727

VARIÉTÉS. — Mission scientifique Sahara, Niger, Soudan..... 732

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séance du 3 novembre 1931 733

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 734

BIBLIOGRAPHIE 735

26 Décembre 1931

Moyens d'améliorer l'Hydrogénèse dans les Régions arides, par V. Neveux, Ingénieur E. C. P. 737

La Conservation de la Viande dans les Industries alimentaires, par le Dr Bidault.... 749

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Physique du Globe** : Ozone et Météorologie..... 755

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séance du 9 novembre 1931..... 756

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 759

BIBLIOGRAPHIE... 760

V. — ABRÉVIATIONS

A. B. — A. Berthelot.
A. Bc. — A. Boutaric.
A. R. — A. Ranc.
Ed. M. — Ed. Marcotte.
G. B. — G. Bouligand.
J. B. — J. Baillaud.
L. F., L. Ft. — L. Franchet.
L. J. — L. Joleaud.
L. R. — L. Rigotard.
P. V. — P. Vayssières.
R. B. — R. Baillaud.
R. T. — R. Troude.
S. R. — Secrétariat de la Rédaction.
S. V. — S. Veil.

BULLETIN ÉCONOMIQUE

La productton des houillères françaises pendant le mois de novembre 1930.

Les houillères françaises ont produit, pendant le mois de novembre 1930, 4.377.044 tonnes de houille pour 23 jours ouvrables, au lieu de 4.784.68 tonnes en octobre, pour 26 jours de travail.

La production moyenne, qui était de 184.026 tonnes par jour de travail en octobre, s'est établie à 190.306 tonnes par jour ouvrable en novembre, au lieu de 188.235 tonnes en novembre 1929.

L'effectif ouvrier inscrit a été de 300.375 unités en novembre 1930, au lieu de 299.285 unités en octobre et 298.766 en novembre 1929.

Dans le bassin du Nord et du Pas-de-Calais, la production de 119.972 tonnes par jour ouvrable est en excédent de 28.676 tonnes sur celle de 1913.

Dans le Centre et le Midi, l'extraction de 48.607 tonnes par jour de travail est supérieure de 3.757 tonnes au chiffre d'avant-guerre.

Ainsi, l'ensemble des mines situées dans les anciennes frontières a fourni, avec 168.579 tonnes une extraction journalière en progrès de 32.432 tonnes sur le chiffre de 1913.

Les houillères lorraines ont apporté un contingent supplémentaire de 21.726 tonnes par jour de travail.

La production de coke métallurgique dans les cokeries des houillères françaises s'est élevée, en novembre, à 416.798 tonnes, au lieu de 431.893 en octobre et de 406.534 tonnes en novembre 1929.

La production d'agglomérés a atteint 382.033 tonnes en novembre, au lieu de 429.851 tonnes en octobre et de 391.810 en novembre 1929.

Le brome des mines de potasse d'Alsace.

La production du brome, qui n'avait pas dépassé 181 tonnes en 1928, a été poussée, jusqu'à 295 par la mise en marche de deux nouvelles usines à Marie-Louise et Alex avec des capacités de production de l'ordre de 300 et 200 kgr. de brome par jour.

On a, en outre, monté une troisième tour à l'usine à brome d'Amélie, et la première tour a été tarnsformée, ce qui a doublé son rendement. La capacité de production de cette usine est maintenant d'environ 600 kgr. par jour.

Les échanges internationaux d'énergie électrique.

Les échanges internationaux d'énergie électrique n'ont pris encore une réelle ampleur dans aucun pays à l'heure actuelle si ce n'est en Suisse ou au Canada.

Ce n'est pas cependant qu'on ne se soit déjà préoccupé de faciliter le transit international de l'énergie; et sans parler d'un projet de réseau euorpéen de distribution d'électricité présenté par un industriel allemand à la dernière Conférence mondiale de l'Energie (Berlin, 16-25 juin 1930); la deuxième réunion de la Conférence générale des Communications et du Transit (Genève, novembre 1925), a élaboré deux textes de conventions relatifs, l'un au transport en transit de l'énergie électrique, l'autre à l'aménagement des forces hydrauliques sur les cours d'eau internationaux, ratifiés encore par un petit nombre d'Etats, tandis que divers organismes internationaux dont la Chambre de Commerce Internationale, se sont efforcés d'établir des prescriptions uniformes et de faire triompher la procédure arbitrale pour le règlement des litiges concernant le transit international de l'énergie. Mais l'on ne saurait voir ni dans ces initiatives, ni dans les échanges actuels d'énergie de pays à pays, l'ébauche, même lointaine d'une organisation internationale de la distribution d'électricité.

La production sidérurgique française en octobre.

La production sidérurgique française est en augmentation sur celle de septembre, laquelle avait été diminuée par des considérations d'ordre saisonnier. Néanmoins, on doit noter que la reprise de cette année est moins sensible que celle de 1929. La production d'acier qui avait été un peu plus considérable en septembre 1930 qu'en septembre 1929, a diminué de 6 o/o en octobre 1930, par rapport à octobre 1929.

Des chiffres fournis par le *Bulletin Statistique Mensuel du Comité des Forges*, il ressort que la production de fonte s'est élevée à 830.000 tonnes en octobre, contre 801.000 enseptembre et 887.000 en octobre 1929. Quant à la production d'acier, elle s'est élevée à 790.000 tonnes en octobre, contre 767.000 tonnes en septembre et 840.000 tonnes en octobre 1929.

La poste aérienne indo-chinoise.

Les départs d'avions postaux de Saïgon pour Amsterdam c'est-à-dire, tous les deux samedis.

A partir d'Amsterdam, les correspondances à destination de certains pays peuvent, à la demande de l'expéditeur, être réexpédiées par voie aérienne, moyennant application d'une surtaxe supplémentaire.

La pêche en Espagne.

Voici quelques chiffres intéressants sur le rendement de la pêche en Espagne, que nous empruntons au *Bulletin mensuel des Renseignements frigorifiques :*

La production de la pêche en Espagne a atteint le chiffre de 402 millions de kgr., qui se répartissent en 229.000 kgr. pour l'Atlantique, 68.000 pour la Méditerranée et le reste, de la manière suivante, pour les parages des Canaries et des côtes du Maroc :

Rias Bajas, 94.375.166 kgr.; Atlantique, 60.384.179; côtes du Maroc, 52.397.287; parages des Canaries, 48 millions 338.000; Méditerranée, 34.982.140; Corogne, 26 millions 549.380; Catalogne, 16.897.640; Asturies 12 millions 900.572; Santander 17.935.723; Guipuzcoa, 11 millions 835.400; Canaries, 4.230.110 et Baléares, 2.954.017.

L'industrie de la conserve de la sardine porte sur environ 125.000 tonnes par an, la merluche venant ensuite avec environ 60.000 t., puis l'anchois avec 29.000 et le thon avec 24.000.

Les travailleurs occupés par l'industrie des pêches espagnoles, non compris l'industrie des conserves et salaisons, sont au nombre de 139.550, dont : 15.390 pour le Levant, 13.220 pour le Sud-Atlantique, 11.070 pour la Catalogne et le reste pour les Baléares et les Canaries :

Exportation en 1929.

Poisson frais ou salé	10.639	quintaux
Sardines salées	19.736	—
Mêmes poissons préparés autrement ..	25.502	—
Langoustes	1.150	—
Autres	321	—
Coquillages	1.189	—
Sardines en boîtes	82.356	—
Autres conserves de poisson et marin.	128.599	—
Total	269.492	quintaux

En ce qui concerne la consommation mensuelle, sur 374 grosses agglomérations, il s'en trouve 5 o/o seulement qui consomment mensuellement plus de 2 kgr. par

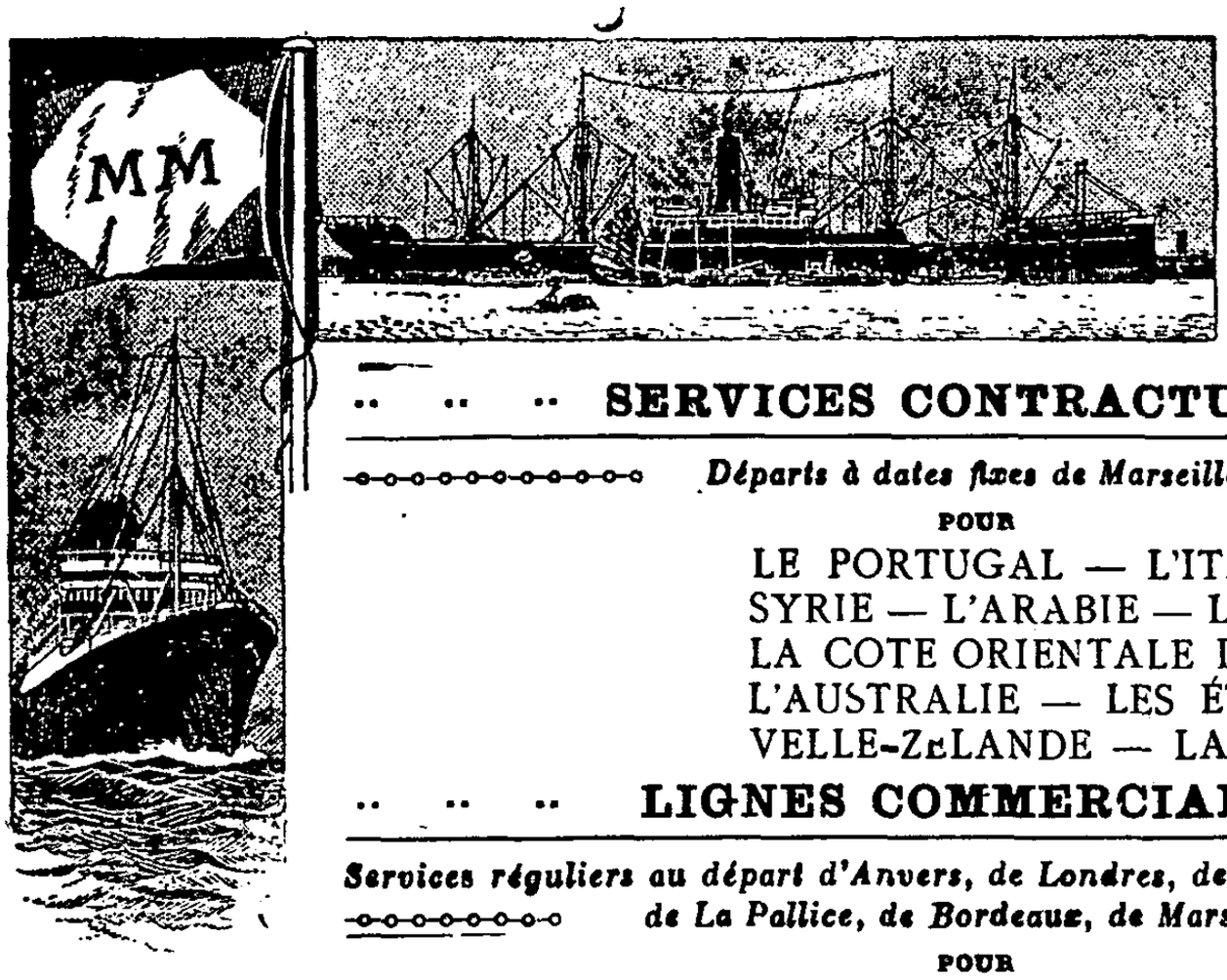
tête; 25 o/o plus de 500 gr. par tête; 41 o/o moins de 500 gr. par tête et 15 o/o qui n'en consomment pas.

Indice des prix de gros et de detail.

L'attention générale vient d'être appelée sur les divergences qui sont apparues entre les variations de l'indice des prix de gros et celles de l'indice des prix de détail, d'une part, et entre les variations des indices des prix de détail en France et à l'étranger d'autre part.

Or, ces indices ne portent ni sur le même nombre de produits, ni sur les mêmes produits, ni sur les mêmes quantités de chaque produit. L'indice des prix de détail ne concerne pas les prix d'articles essentiels tels que le linge, le vêtement, les chaussure; il porte sur treize produits, dont onze denrées alimentaires. D'autre part, il n'est pas comparable à l'indice des prix de gros qui porte sur 45 articles, surtout des matières industrielles, et n'est pas calculé de la même façon. Les rapprochements faits entre ces deux indices publiés ensemble donnent lieu à des malentendus.

D'ailleurs, les prix de détail, français exprimés en monnaie-or restent inférieurs aux prix correspondants de l'étranger. C'est ce que le Comité d'action économique et douanière vient de rappeler au Ministre de l'économie Nationale en lui demandant de reviser ces indices de manière à en faire un instrument valable d'apprécation et de comparaison.



MESSAGERIES MARITIMES

SERVICES CONTRACTUELS

Départs à dates fixes de Marseille

POUR

LE PORTUGAL — L'ITALIE — LA GRÈCE — LA TURQUIE — L'EGYPTE — LA SYRIE — L'ARABIE — LES INDES — L'INDO-CHINE — LA CHINE — LE JAPON LA COTE ORIENTALE D'AFRIQUE — MADAGASCAR — LA R .UNION-MAURICE L'AUSTRALIE — LES ÉTABLISSEMENTS FRANÇAIS DE L'OCEANIE — LA NOUVELLE-ZELANDE — LA NOUVELLE-CALEDONIE

LIGNES COMMERCIALES

Services réguliers au départ d'Anvers, de Londres, de Dunkerque, du Havre, de La Pallice, de Bordeaux, de Marseille

POUR

LA MÉDITERRANÉE — L'INDE — L'INDO-CHINE ET L'EXTRÊME-ORIENT

VOYAGES CIRCULAIRES EN MEDITERRANEE

Par les paquebots de Luxe "CHAMPOLLION" — "SPHINX" — "LOTUS" — "PIERRE LOTI" et "LAMARTINE

VOYAGES AUTOUR DU MONDE

ITINERAIRE : Marseille - Port-Saïd - Suez - Djibouti - Colombo - Fremantle - Melbourne - Sydney - Nouméa Suva - Papeete - Panama - Colon - Fort-de-France - Pointe-à-Pitre - Marseille

CONSIGNATION — TRANSIT — REPRESENTATION

Pour tous Renseignements, s'adresser à :

PARIS, siège social : 8, rue Vignon — MARSEILLE, agence générale : 3, place Sadi-Carnot

Les **Messageries Maritimes** sont en outre représentées dans tous les ports desservis par leurs navires, ainsi que dans les gares de France et de l'Étranger, par des Agents et des Correspondants. Registre du Commerce (Seine) 31.016; 176.390.

Imp. P. et A. DAVY, 53, rue de la Procession — *Le Gérant :* M. HÉDAN.

BULLETIN ÉCONOMIQUE

La Navigation aérienne et les Chambres de commerce.

M. Margaine, député, vient de déposer un amendement à la proposition de loi de M. Jean Locquin, tendant à compléter la loi du 31 mai 1924, relative à la navigation aérienne et à autoriser les Chambres de Commerce à créer des aérodromes et des aéro-gares publics.

Les modifications proposées sont les suivantes :

ARTICLE PREMIER.

L'article 26 de la loi du 21 mai 1924 est complété comme suit :

« Est considéré comme aéroport public l'aérodrome muni des installations nécessaires au mouvement des voyageurs et des marchandises et à la perception des taxes de transport. »

ART. 2.

L'article 27 de la loi du 21 mai 1924 est complété comme suit :

« L'aéroport public est créé par l'Etat ou concédé par lui. La concession peut être donnée aux départements, aux communes ou aux Chambres de Commerce, et rétrocédée par eux. L'aéroport public est soumis à la surveillance des agents de l'Etat. »

ART. 3.

L'article 26 de la loi du 21 mai 1924 est complété comme suit :

« L'acquisition des terrains nécessaires à l'établissement d'aéroports publics pourra être l'objet d'une déclaration d'utilité publique par décret rendu en la forme de règlements d'administration publique. L'expropriation en sera poursuivie sur la demande du concessionnaire s'il y a lieu. »

M. Margaine estime qu'utiliser la propriété d'un particulier contre sa volonté, n'est pas un acte qu'on puisse encore, dans notre Société, considérer comme sans importance et qu'on peut laisser à l'arbitraire des Chambres de Commerce. On a pu, pour les chemins, aller jusqu'à la commune : cela tient à ce que la plupart des habitants, propriétaires, sont électeurs et ont ainsi une certaine action sur le Conseil municipal. Mais il s'en faut de beaucoup que tous les habitants, propriétaires, soient électeurs de la Chambre de Commerce, c'est même généralement l'exception. Dans ces conditions, et étant donné qu'il s'agit de services publics de transports pour lesquels des taxes seront perçues, il vaut mieux revenir aux principes jusqu'ici observés et faire de l'aéroport l'objet d'une concession.

L'Industrie allemande de la potasse en 1930.

Comme chaque année, la banque Dammann, de Hanovre, publie sur l'activité de l'industrie de la potasse, un rapport dont nous extrayons les renseignements suivants :

L'industrie de la potasse a traversé l'année 1930, qui a été une année de crise générale, de façon relativement satisfaisante. Le marché s'est tenu, jusqu'à la fin d'octobre, à peu près au même niveau que l'année précédente. Le déclin des ventes a commencé à se produire en novembre, avec 548.717 quintaux métriques de potasse pure, au lieu de 846.642 en novembre 1929. Cette baisse doit être attribuée à la réserve des acheteurs devant les tentatives faites pour faire baisser les prix. Pour fin décembre, on estime les expéditions à environ 800.000 quintaux.

Pour l'ensemble de l'année 1930, les ventes s'élèvent au total et en chiffres ronds à un peu plus de 13,5 millions de quintaux, au lieu de 14 millions en 1929. La perte peut être évaluée, y compris les sous-produits et dérivés, à 250 millions de marks.

La diminution des ventes porte principalement sur l'agriculture. Elle n'intéresse que faiblement les exportations. Pour l'agriculture, elle est due à la dépression qui pèse sur elle, notamment dans les régions de l'Est. Le Kalisyndicat s'est même vu contraint de lui consentir des avantages particuliers.

Les rapports de l'industrie de la potasse avec l'I.G. Farbenindustrie, qui, pour la production du nitrophoska a acheté, dans les dernières années, environ 1 million de quintaux de potasse pure et est devenue, de ce fait, le plus important client du Syndicat de la potasse, se sont, comme on peut le penser, heureusement développés. Le Kalisyndicat paraît de plus en plus appelé à donner de l'importance à l'industrie des engrais composés où l'on sait que la France déploie une grande activité. L'Amérique a d'ailleurs commencé à accroître sa consommation de ces produits.

Le rapport signale, en outre, l'intérêt que porte l'industrie de la potasse à la question du pétrole. Il se peut que bientôt le pétrole figure parmi les produits des sociétés qui se bornaient jusqu'alors à la potasse. La présence du pétrole paraît probable dans certaines exploitations. Il semble en être ainsi dans les puits de l'Allemagne du Nord, et la société Burbach s'en préoccupe tout particulièrement.

Le répertoire des essences forestières indo-chinoises.

Les recherches forestières en Indochine commencées depuis de longues années par plusieurs botanistes, sont confiées à un grand Laboratoire au Muséum d'Histoire Naturelle à Paris, qui travaille sur les échantillons qui lui sont envoyés par l'Institut des Recherches Agronomiques de Saïgon, et par de nombreux récolteurs bénévoles dont beaucoup ne connaissent pas la langue du pays.

Aussi ne faut-il pas s'étonner de rencontrer dans les publications qui traitent de la Flore de l'Indochine, de nombreuses erreurs en ce qui concerne les noms vernaculaires et la répartition des essences.

En ce qui concerne les noms vernaculaires notamment les récolteurs ont englobé sous cette rubrique toutes les indications plus ou moins fantaisistes ou plus ou moins bien comprises que leur donnaient les indigènes qu'ils questionnaient.

Il s'ensuit que beaucoup de ces noms vernaculaires sont plutôt des associations complexes d'indicatifs de station, couleur, usages, aspect, odeur, etc..., plutôt que des noms d'essences forestières.

D'autre part, dans un certain nombre de brochures présentées dans la Métropole, on a donné à certains bois d'Indochine des noms provenant de leur assimilation à des bois connus de la Métropole. C'est ainsi que l'on a proposé d'appeler le Mélia Azadiracta (L) acajou rose du Tonkin, le Tarrietia cochinchinensis (Pierre), acajou du Cambodge et certain diptérocarpus, Chêne du Cambodge (pour cette dernière appellation une difficulté d'un autre genre se présente alors : comment appellera-t-on sur le marché les divers quercus du Cambodge ?).

Il en résulte à l'heure actuelle dans le commerce et dans l'industrie des bois une confusion qu'il faut faire cesser en restituant à nos essences forestières et à nos produits forestiers le nom commercial sous lequel ils sont connus en Indochine.

Imp. P. et A. DAVY, 53, rue de la Procession

Le Gérant : M. HÉDAN

BREVETS D'INVENTION

ASSOCIATION FRANÇAISE DES

INGÉNIEURS - CONSEILS

En Propriété industrielle

FONDÉE EN 1884

EXTRAITS DES STATUTS

Art. 2. — L'Association a pour but : 1° De grouper les Ingénieurs-Conseils en propriété industrielle qui réunissent les qualités requises d'honorabilité, de moralité et de capacité ;

2° de veiller au maintien de la considération et de la dignité de la profession d'ingénieur-Conseil en propriété industrielle.

LISTE DES MEMBRES TITULAIRES

ARMENGAUD Aîné ✻ ↧ & Ch. DONY	GUTENBERG 11-94 - 21, bd Poissonnière, Paris
ARMENGAUD Jeune	PROVENCE 13-39 - 23, boulevard de Strasbourg, Paris
E. BERT O. ♁ & G. de KERAVENANT ✻ ↧	ARCHIVES 30-42 - 7, bd St-Denis, Paris
C. BLÉTRY O. ✻	BOTZARIS 39-59 et 39-59 - 2, boulevard de Strasbourg, Paris
G. BOUJU ↧	NORD 20-87 - 8, boulevard St-Martin, Paris
H. BRANDON G. SIMONNOT & L. RINUY	TRINITÉ 11-58 et 39-38 - 49, rue de Provence, Paris
A. de CARSALADE ✻ ↧ & P. REGIMBEAU ↧	ELYSÉES 54-35 63, av. des Champs-Elysees, Paris
CASALONGA ✻ ↧	ELYSÉES 06-40 et 04-66 - 8, avenue Percier, Paris
CHASSEVENT & P. BROT	BOTZARIS 17-22 - 11, boulevard de Magenta, Paris
P. COULOMB ✇	ROQUETTE 34-51 - 48, rue de Malte, Paris
C. DANZER	CENTRAL 41-71 - 20, rue Vignon, Paris
Henri ELLUIN	PROVENCE 17-20 - 42, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris
P. LOYER ✻ ↧	ANJOU 09-94 - 25, rue Lavoisier, Paris
GERMAIN & MAUREAU	BARRE 7-82 - 31, rue de l'Hôtel-de-Ville, Lyon
F. HARLÉ ✻ & G. BRUNETON O. ✻ ↧	TRUDAINE 34-23 - 21, r. La Rochefoucauld, Paris
L. JOSSE ↧ & E. KLOTZ ✻	GUTENBERG 16-61 - 17, boulevard de la Madeleine, Paris
A. LAVOIX ✻ L. MOSÈS & A. GEHET	TRINITÉ 22-22 et 68-01 - 2, rue Blanche, Paris
A. MONTEILHET ✻ ↧	ROQUETTE 19-37 - 90, boulevard Richard-Lenoir, Paris
G. PROTTE ✻ ↧	NORD 20-15 - 58, boulevard de Strasbourg, Paris

L'Association ne se chargeant d'aucun travail, prière de s'adresser directement à ses membres, en se recommandant de la présente publication.

MARQUES MODÈLES

CLICHÉS DAMPENON & DELAHUE

Le Maroc

Les bonnes relations entre la France et le Maroc au départ de Paris-Quai d'Orsay.

1° par Hendaye, Madrid, Algésiras et Tanger (seul service quotidien n'empruntant pas la voie des airs).

Trains rapides (1re et 2e classes et toutes classess et service de luxe (wagons-lits, la nuit ; wagons-salons, le jour) en France et en Espagne ; trajet minimum de Paris à Tanger en 44 heures par le « Pyrénées-Côte d'Argent » ; 3 heures de mer seulement. Correspondance immédiate à Tanger par train rapide pour Fez, Rabat, Casablanca, et Marrakech.

2° par chemin de fer Paris-Toulouse et par avion au départ de Toulouse.

Service aérien quotidien entre Toulouse et Casablanca, avec escale à Tanger et à Rabat. Une nuit en chemin de fer ; une journée d'avion l'été, deux journées d'avion l'hiver.

3° par Hendaye, Madrid, Gibraltar et Casablanca.

Service maritime hebdomadaire — 15 heures de mer —. Trains rapides (1re, 2e classes et toutes classes) et service de luxe en France et en Espagne. Trajet minimum en 57 heures par le « Pyrénées-Côte d'Argent ».

4° par Toulouse, Port-Vendres, Oran et Oudjda.

Service maritime hebdomadaire — 28 heures de mer — Trains rapides toutes classes et couchettes Paris-Port-Vendres-Quai. Au départ d'Oran, trains et services automobiles directs.

5° par Bordeaux et Casablanca.

Service maritime hebdomadaire. Traversée en trois jours environ.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Agence spéciale de la Compagnie d'Orléans, 16, boulevard des Capucines, à Paris, ou aux principales Agences de voyages.

L'AGENDA P. L. M.

L'Agenda P.-L.-M. pour 1931 est le vingtième d'une collection commencée en 1911 et que les bibliophiles recherchent tant pour sa belle tenue artistique et littéraire qu pour son irréprochable typographie.

D'excellents écrivains, peintres et dessinateurs y ont collaboré.

Ce recueil de 300 pages — enrichi de seize hors-texte en couleurs — se présente sous couverture reliée dont les motifs ornementaux sont inédits comme les articles et les nombreuses illustrations qu'il renferme.

Le succès qu'il a trouvé auprès des amateurs et collectionneurs laisse prévoir, comme pour ses devanciers, l'épuisement rapide du tirage.

Aussi les retardataires désireux de le posséder, doivent-ils se presser pour en faire la demande.

Son prix est de 10 francs.

Il est en vente : 88, rue Saint-Lazare, à Paris, à la Maison du Tourisme, 53, avenue George V, dans les Agences de voyages, les grands magasins, les principales librairies, ainsi que dans les bureaux de ville, gares, bibliothèques et grands trains du réseau P.-L.-M.

Pour le recevoir à domicile, adresser au Service de la Publicité P.-L.-M., 20, boulevard Diderot, à Paris, un mandat-poste de 13 fr. 05 pour l'envoi en France et 18 fr. 40 pour l'envoi à l'étranger.

L'Amérique du Sud via Bordeaux

Les relations avec l'Amérique du Sud via Bordeaux sont organisées de manière à donner aux voyageurs le maximum de confort et le minimum de dérangement.

Sur présentation d'un billet de passage des Compagnies Sud-Atlantique et Chargeurs-Réunis, conjointement avec un billet de chemin de fer pour Bordeaux, les bagages sont, après visite par la Douane, enregistrés directement à Paris-Quai d'Orsay pour la destination définitive. Cet enregistrement est fait la veille du jour fixé pour le départ de Bordeaux des paquebots.

Les trains transatlantiques mis en marche spécialement arrivent au quai d'embarquement d'où le transbordement au paquebot se fait directement.

Dans le sens inverse, les bagaes à destination de Paris peuvent être enregistrés directement à bord du paquebot, avant son arrivée à Bordeaux. La visite de ces bagages par la douane n'a lieu qu'à la gare de Paris-Quai d'Orsay et le transbordement est également direct du paquebot au train.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser notamment,

A l'Agence spéciale P.-O.-Midi, 16, boul. des Capucines, ou aux bureaux de Renseignements de la gare du Quai d'Orsay, et 126 boulevard Raspail, à Paris ; aux principales agences de voyages.

De l'Angleterre vers le sud-ouest de la France et l'Espagne par la Côte d'Emeraude-Pyrénées. Saint-Malo-Bordeaux en 8 h. 42.

Correspondance à Saint-Malo, avec le bateau de Southampton : à Bordeaux, avec le Sud-Express.

Voitures directes, toutes classes, de Saint-Malo à Irun (Hendaye) et vice versa. Wagon-Restaurant.

Pour tous renseignements, s'adresser aux gares de chemin de fer de l'Etat.

BULLETIN ÉCONOMIQUE

L'Activité de l'Office Indochinois du Tourisme

L'organisation du tourisme en Indochine ne date que de quelques années. Autrefois, dans cette colonie d'une si pittoresque diversité, le Français ne se déplaçait guère pour le plaisir du voyage.

Longtemps aussi l'Indochine resta à l'écart des grands courants extrême-orientaux de tourisme. Cependant est-il une autre terre d'Asie mieux faite pour attirer le voyageur curieux de beautés naturelles, de types humains, de vestiges de civilisation ? On s'est avisé un peu tard que ce sont là des éléments de richesse, mais en quelques années le temps perdu a été regagné.

C'est en 1922 que le gouvernement général a jeté les bases d'une exploitation touristique rationnelle. L'effort envisagé comportait plusieurs étapes.

Tout d'abord l'équipement hôtelier.

Il s'agit ensuite de dégager les sites, de les mettre en valeur, de tracer des pistes permettant de les atteindre. Enfin, il faut créer, dans le centre d'attraction même, des moyens de transport faciles par chaloupes, par automobiles.

Ce programme était naturellement fonction du développement des grands réseaux routiers et ferrés. On n'a pu songer à donner l'essor au tourisme que le jour où furent achevées les principales voies de communication terrestres.

Enfin l'exploitation touristique exige une coordination de toutes les activités intéressées au but poursuivi. Ce rôle est exercé par l'Office du Tourisme et de la Propagande qui, depuis 1923, fonctionne près du gouvernement général. Pour rendre son action plus efficace, il se tient en relations avec des organisations métropolitaines comme l'Office national de Tourisme à Paris, comme l'Union des Fédérations d'Initiative de France qui, dans son Conseil d'administration, compte le directeur de l'Agence économique de l'Indochine à Paris. L'Office indochinois doit de même se servir des agences et des bureaux touristiques étrangers, les munir de renseignements nombreux, minutieux, de données concrètes, exactes.

Aujourd'hui, l'installation hôtelière est très avancée. Elle a été subventionnée par le Gouvernement général. Le crédit hôtelier a été institué comme dans la métropole.

Ce mouvement serait limité dans son développement si le nécessaire n'était pas fait pour l'aménagement des stations et des sites.

L'Office du Tourisme se préoccupe de l'effort à faire; il prend toutes les initiatives utiles. Toutefois, dans l'ensemble, l'exécution des ouvrages que réclame l'exploitation des sites est du ressort de l'administration des Travaux publics.

Divers centres ont été électrifiés. D'autres améliorations sont à l'étude.

La mise en valeur touristique ne suffit pas. Il faut encore attirer les visiteurs et, dans ce but, faire connaître tous les agréments d'un voyage dans les diverses régions indochinoises, éveiller la curiosité et donner aussi des notions d'ordre pratique. C'est l'œuvre de la propagande. L'Office du Tourisme l'assure au mieux, en éditant et en diffusant des brochures, des tracts, des dépliants, des albums ou des cartons mobiles renfermant des séries de photographies, des affiches. On trouve tout ce matériel dans les halls d'hôtels, dans les antichambres des administrations publiques, dans les gares de chemins de fer, dans les bureaux des compagnies de navigation, dans les salles de dépêches des journaux. Opuscules et documents atteignent aussi les agences de voyages et de tourisme d'Extrême-Orient et du Pacifique, ils sont sur la table des représentants diplomatiques et consulaires français et étrangers. Ainsi l'effort touristique indochinois commence à être connu au loin, dans ce vaste monde du Grand Océan que parcourent tant de voyageurs mus par la simple curiosité ou le goût de la dépense. Cette action extérieure donne des résultats. Les caravanes qui visitent les pays avoisinants se dirigent plus volontiers qu'autrefois vers Haïphong et Saïgon.

On a compté au cours des derniers mois 2.670 personnes ayant visité les sites remarquables de l'Union. Sur ce nombre 1.335, dont 1.031 étrangers, se sont rendus à Angkor et 1.010, dont 109 étrangers, à Hué.

Mais la propagande touristique, par la nature même de ses informations et de sa documentation, dépasse l'objet particulier qu'elle a en vue. Aussi le gouvernement général l'a-t-il englobée dans un service plus étendu, chargé non seulement de répandre des écrits utiles à la connaissance des choses indochinoises, mais encore d'organiser une publicité favorable aux produits de la colonie, de préparer la participation de l'Indochine aux foires et expositions, de diffuser des photographies et des cartes postales, d'assurer la projection de films cinématographiques pittoresques et documentaires. C'est, en un mot, un service de propagande générale.

Il a été en 1930 particulièrement actif. Parmi les publications éditées ou à paraître, signalons une brochure illustrée sur la Baie d'Along en deux éditions, française et anglaise; un dépliant sur la Route Mandarine; une brochure consacrée aux ruines d'Angkor; une autre à Hué; une série de cinq affiches figurant des scènes typiques des divers pays de l'Union; des carnets de timbres-souvenirs.

Dans la section photographique, des travaux de classement sont en cours d'exécution. D'ores et déjà, on peut trouver sans perte de temps le document photographique désiré. Un répertoire général paraîtra prochainement. Afin de faciliter les recherches, il a été constitué des albums groupant les vues d'une ou deux régions — sites, paysages, travaux, costumes, industries, curiosités locales.

Les services rendus par la section photographique sont nombreux. La presse quotidienne, aussi bien que les revues et magazines, font largement appel à sa documentation. Des cessions d'épreuves, soit à titre gratuit, soit à titre onéreux, sont faites aux divers services et personnalités.

Autre instrument de propagande : le cinéma.

Un contrat a été passé en 1927 avec la firme Paris Consortium Cinéma pour l'exécution de 20.000 mètres de films documentaires et prorogé par avenant en 1930. Trois missions ont eu lieu et la longueur voulue a été tournée.

Ces films sont projetés par les soins de la Société dans un grand nombre de salles en France, à l'étranger, ainsi que sur les grands paquebots transatlantiques.

Les séances cinématographiques qui, depuis quelques mois, ont lieu quotidiennement à l'Agence économique de l'Indochine sont suivies par un public nombreux.

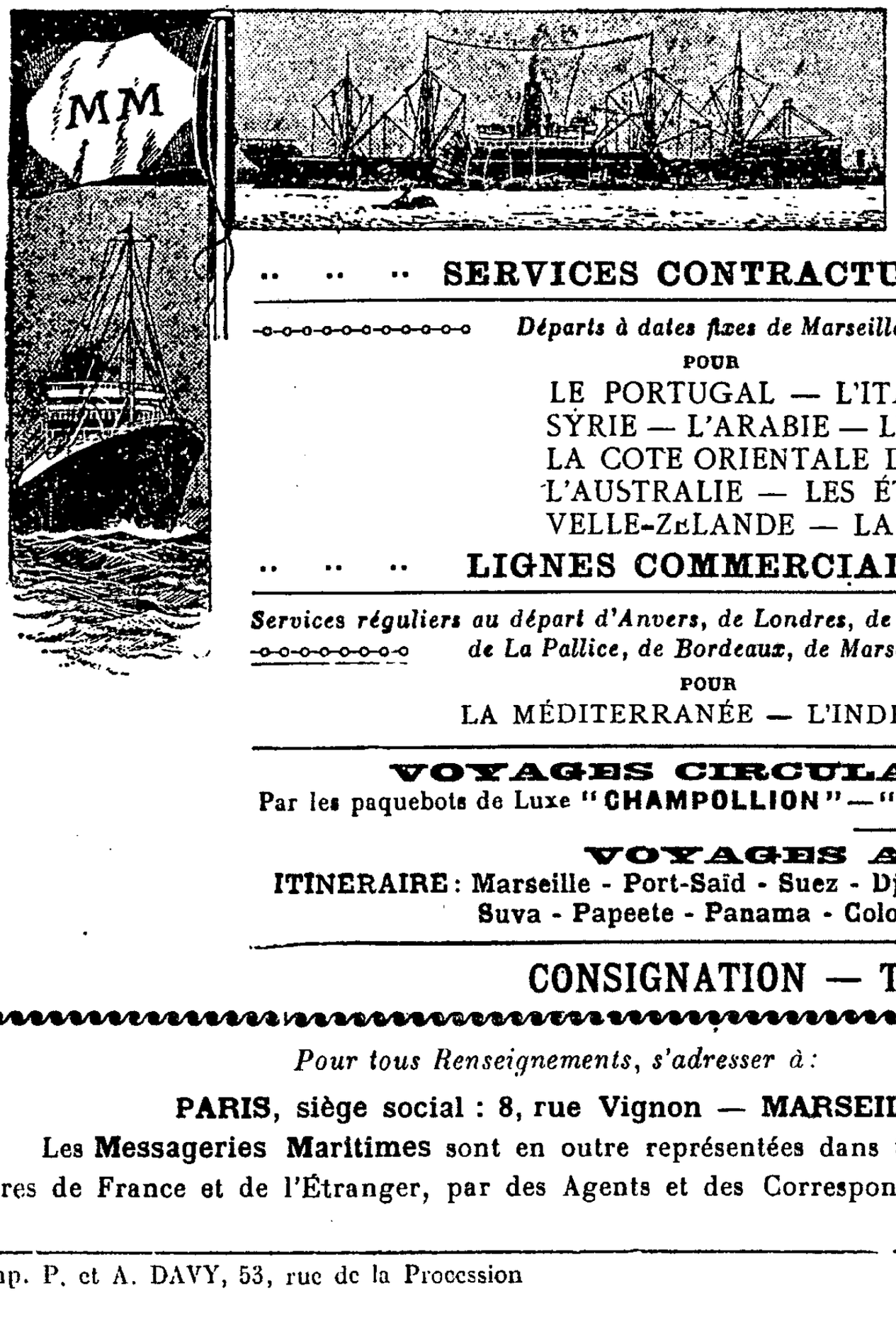
En 1929, un contrat a été conclu avec la Société « Indochine Films et Cinémas » pour la réalisation de 15.000 mètres de films documentaires et d'actualité destinés à être projetés en France et, le cas échéant, à l'étranger.

Par ailleurs, ladite Société s'inspire d'un programme conçu dans l'idée de rendre sensible l'œuvre sociale accomplie par la France en Indochine, dans tous les domaines où son action bienfaisante s'est exercée, particulièrement en ce qui concerne les grands travaux, l'enseignement et les services d'assistance.

Des films des collections du gouvernement général ont été prêtés aux consulats de France à Colombo, à Changhaï et à Yunnanfou pour illustrer des conférences. Ce service de prêts ne peut que prendre de l'extension, les pays d'Asie s'intéressant toujours aux représentations cinématographiques.

Le gouvernement général a, par ailleurs, accepté les propositions de la Société « Paris International Films » en vue de la présentation à bord des paquebots de la *Cunard Line* et de la *White Star Line* et dans certains grands centres d'Amérique où résident les agents de la *Cunard Line*, de deux films de propagande relatifs à l'Indochine constitués par des scènes choisies prélevées dans la collection réunie par « Paris Consortium Cinéma », ainsi que des différentes vues documentaires ayant trait à la participation de l'Indochine à l'Exposition Coloniale Internationale de Paris de 1931.

On le voit, l'Office Indochinois du Tourisme et de la Propagande, quoique de constitution relativement récente, a déjà accompli une belle tâche, multiple et diverse. C'est un service de mise en valeur. C'est aussi un service de documentation et de publicité. Par lui, l'Indochine française se manifeste, s'extériorise, s'impose à l'attention du monde.



MESSAGERIES MARITIMES -:-

.. .. .. SERVICES CONTRACTUELS .. .. ..

Départs à dates fixes de Marseille

POUR

LE PORTUGAL — L'ITALIE — LA GRÈCE — LA TURQUIE — L'EGYPTE — LA SYRIE — L'ARABIE — LES INDES — L'INDO-CHINE — LA CHINE — LE JAPON LA COTE ORIENTALE D'AFRIQUE — MADAGASCAR — LA RÉUNION-MAURICE L'AUSTRALIE — LES ÉTABLISSEMENTS FRANÇAIS DE L'OCEANIE — LA NOUVELLE-ZELANDE — LA NOUVELLE-CALEDONIE

.. .. .. LIGNES COMMERCIALES .. .. ..

Services réguliers au départ d'Anvers, de Londres, de Dunkerque, du Havre, de La Pallice, de Bordeaux, de Marseille

POUR

LA MÉDITERRANÉE — L'INDE — L'INDO-CHINE ET L'EXTRÊME-ORIENT

VOYAGES CIRCULAIRES EN MEDITERRANEE

Par les paquebots de Luxe "CHAMPOLLION" — "SPHINX" — "LOTUS" — "PIERRE LOTI" et "LAMARTINE"

VOYAGES AUTOUR DU MONDE

ITINERAIRE : Marseille - Port-Saïd - Suez - Djibouti - Colombo - Fremantle - Melbourne - Sydney - Nouméa Suva - Papeete - Panama - Colon - Fort-de-France - Pointe-à-Pitre - Marseille

CONSIGNATION — TRANSIT — REPRESENTATION

Pour tous Renseignements, s'adresser à :

PARIS, siège social : 8, rue Vignon — MARSEILLE, agence générale : 3, place Sadi-Carnot

Les **Messageries Maritimes** sont en outre représentées dans tous les ports desservis par leurs navires, ainsi que dans les gares de France et de l'Étranger, par des Agents et des Correspondants. **Registre du Commerce (Seine) 31.016, 176.390.**

Imp. P. et A. DAVY, 53, rue de la Procession

Le Gérant : M. HÉDAN.

BULLETIN ÉCONOMIQUE

La Formation professionnelle aux Etablissements Citroën

Le développement de la production en grande série a fait naître des problèmes nouveaux de formation professionnelle. Les établissements Citroën emploient à cet égard une méthode dont nous résumons ci-dessous l'essentiel.

Si dans l'organisation classique du travail la qualité d'exécution dépend surtout de la virtuosité de l'ouvrier et la puissance de rendement de la valeur du contremaître, dans la production en grande série, de par l'emploi d'un matériel moderne l'habileté artisanale proprement dite est remplacée par la conscience des opérateurs, sans profession déterminée, mais éduqués, entraînés à la conduite des machines de haute précision, par un état-major de régleurs, de démonstrateurs, de chronométreurs, de contremaîtres, tandis que la responsabilité de l'économie appartient, pour la plus large part, aux bureaux de préparation technique.

Aussi, la Société A. Citroën a-t-elle songé qu'à côté de la formation artisanale classique aujourd'hui rénovée grâce aux efforts fort concordants des milieux patronaux et de l'Enseignement technique officiel, elle se devait d'envisager une autre formation professionnelle, conditionnée par la nature même de sa production en grande série, qui exige une préparation très minutieuse et une très grande division du travail, ainsi que l'emploi de machines très compliquées de gros rendement dont l'utilisation correcte suppose déjà une grosse responsabilité et une éducation technique réelle de leurs conducteurs.

C'est pourquoi il a paru logique et nécessaire à la Société Citroën d'ouvrir, pour la formation professionnelle de ses différentes catégories de techniciens, des Ateliers-Ecoles qui couvrent 2.000 mètres carrés et sont dotés de 92 machines-outils, d'un magasin d'outillages et d'un bureau de préparation technique et d'administration du travail gérés à tour de rôle par les jeunes gens. Cent élèves sont admis chaque année à l'Ecole et y restent en général un an.

Ces ateliers-écoles constituent le prolongement :

a) Des études primaires pour la formation des ouvriers qualifiés (1° degré), formation assurée par l'apprentissage systématiquement organisé et offerte aux élèves ayant obtenu le certificat d'études. Trois sections concourent à ce but : les ajusteurs-monteurs électriciens, les réparateurs de l'équipement électrique des voitures, les tôliers formeurs.

b) Des études primaires supérieures ou professionnelles, ou secondaires pour la formation des cadres moyens (2e degré). Ces jeunes gens sont destinés à constituer une élite technique, pépinière des cadres d'ateliers, régleurs, démonstrateurs, chronométreurs, où se recrutent également les préparateurs, contremaîtres et chefs d'ateliers.

c) Des études d'enseignement technique supérieur, pour la formation des cadres supérieurs (3e degré), tant au point de vue fabrication : section carrosserie et section spéciale, qu'au point de vue commercial, école de voyageurs.

Ces organismes constituent la transition normale entre l'Ecole et l'Atelier.

Ils restent écoles par le développement de la culture générale contribuant à l'épanouissement harmonieux de toutes les facultés individuelles, par l'observation raisonnée des faits, par l'éducation conjuguée de l'homme et du technicien dans la même personne.

Ils sont ateliers par l'organisation et par l'exécution de travaux de fabrication de très grande précision, soit à la main, soit sur machines-outils modernes. Ces travaux variés autant que possible, directement utilisables et utilisés par les services demandeurs, sanctionnés par la qualité intéressent vivement l'exécutant et engagent sa propre responsabilité.

Les élèves suivent pendant un an au moins les cours théoriques et pratiques du 1er et du 2e degré. Ceux qui ont donné satisfaction se perfectionnent ensuite, durant les deux années prévues par le contrat d'apprentissage, dans les ateliers de production où ils sont affectés, conformément à leurs goûts et à leurs aptitudes.

Sous la responsabilité des chefs de service et le contrôle de la Direction des ateliers-écoles, les jeunes gens du second degré tout particulièrement apprennent la conduite et l'entretien des machines de fabrication en série et assistent les régleurs, les démonstrateurs, les chronométreurs et les préparateurs. D'autre part, ils sont entraînés à la réalisation d'appareillages nouveaux. Dans ce cas, ils font l'étude d'un montage, par exemple, au bureau de dessin, usinent ledit montage dans l'atelier d'outillage, le mettent au point sur la machine-outil dans l'atelier de série et éduquent le manœuvre chargé d'utiliser le montage. Les modifications d'outillage, de démarrage de nouvelles machines, la détermination des temps d'usinage, ou de montage, l'établissement des gammes d'opérations, sollicitent également leur initiative. Ils s'assimilent en un mot l'organisation rationnelle du travail dans tous ses détails et se préparent à prendre place dans cette organisation avec une formation approfondie.

Les élèves du 3e degré sont initiés à l'application de leurs connaissances aux différentes branches d'activité des usines (fonderies, forge, usinage et montage de châssis, carrosserie), par des conférences, des stages techniques de production et d'administration d'une durée totale d'environ quatorze mois.

Cette politique de formation professionnelle permet l'utilisation de toutes les valeurs suivant l'ordre le plus socialement utile, car elle s'attache à conduire chacun de ses élèves à la limite de ses aptitudes, en le dotant d'une culture professionnelle susceptible de perfectionnement ultérieur et en lui faisant appliquer sa culture générale antérieure aux réalités de la construction mécanique et de l'atelier, de façon à compléter cette culture et à l'orienter dans les réalisations pratiques, en corrigeant le pli trop abstrait que lui laisse généralement une culture très théorique et trop livresque.

L'Acide carbonique solide : Glace sèche

Il est fréquent de voir qu'à l'aide de la science, des innovations fondamentales prennent dans le domaine économique des directions très différentes.

Un exemple tout à fait typique illustrant ce fait nous est fourni par l'industrie de la fermentation qui, à l'heure actuelle, après les essais effectués par Stockhausen et Windisch pour démontrer la supériorité de la fermentation sous pression de l'acide carbonique, s'oriente de plus en plus vers l'emploi de cette méthode.

Alors qu'auparavant on utilisait dans les brasseries, comme récipients de fermentation, des cuves circulaires en bois de chêne, de 25 à 50 hectol., on emploie dans les procédés modernes des récipients en fer, béton, aluminium, etc., ce qui permet de décupler les dimensions des récipients, déterminant ainsi une économie d'espace et de temps d'une part, et d'autre part, une amélioration de la fermentation par pression, car la fermeture des récipients nécessaire à l'accroissement de la pression de l'acide carbonique et à l'exploitation de celle-ci se trouve considérablement facilitée.

Dans les anciens procédés de fermentation, l'acide carbonique ne pouvait pas être utilisé. C'était un produit accessoire gênant, que l'on devait, dans bien des cas, éliminer à grands frais des salles de fermentation.

Rien qu'en Allemagne, on pouvait évaluer à 300.000 tonnes environ la perte d'acide carbonique résultant d'une production de 4.000.000 d'hectol. d'alcool.

Mais, à présent, l'utilisation du gaz carbonique est rendue possible et grâce à l'emploi du gaz carbonique solidifié pour les besoins de réfrigération, le rendement de l'exploitation subit une augmentation sensible.

Par la fermeture des récipients de fermentation, on obtient le gaz carbonique qui, par sa propre pression, jaillit hors de ces récipients et est amené par un jeu de tuyauterie dans un gazomètre d'où il est ensuite dirigé vers un dispositif de nettoyage et de liquéfaction.

L'énergie et les frais nécessités par un dispositif de liquéfaction du gaz carbonique de fermentation, sont relativement minimes et peuvent être très rapidement amortis.

Avec l'acide carbonique liquide on fabrique très simplement la glace sèche par un procédé mis au point par la Machinenfabrik, Esslingen.

La neige d'acide carbonique est obtenue dans une série de cylindres. La compression de cet acide carbonique a lieu dans un dispositif de presse spécial qui se meut au-dessous des cylindres de fabrication.

Le déplacement du dispositif de presse entraîne automatiquement le déplacement du couvercle de fermeture inférieur du cylindre de fabrication, la neige d'acide carbonique à l'intérieur du compresseur, sous l'action de la pression hydraulique, se transforme en cubes dont le poids spécifique est de 1,5. Les cubes une fois formés sont expulsés par le compresseur.

Ce cycle d'opérations se reproduit toutes les 2 ou 3 minutes; de cette façon, la production d'un jour entier se trouve toujours prête à l'expédition.

La glace sèche est façonnée suivant les besoins en blocs de 5, 15 au 35 kilogr. A l'aide d'une scie à ruban, on peut diviser le bloc de glace en autant de morceaux que l'on veut.

La glace sèche, c'est-à-dire l'acide carbonique solide, est appelée sans aucun doute possible, à concurrencer la glace artificielle et glace naturelle.

Elle trouvera en premier lieu son application toutes les fois où il sera nécessaire d'atteindre des températures bien inférieures à 0°.

C'est donc le moyen de réfrigération idéal pour préparer et tenir au frais les mets glacés.

Dans ce domaine d'utilisation, l'emploi de la glace sèche s'avère non seulement comme excessivement simple et propre, mais elle permet d'obtenir par surcroît un effet réfrigérant 10 fois supérieur à celui de la glace naturelle à laquelle il faut ajouter du sel si l'on veut atteindre de basses températures.

Dans les glacières domestiques, l'utilisation de ce procédé de réfrigération présente également de très gros avantages. Une glacière bien isolée peut fort bien être rechargée une fois par semaine seulement avec la glace sèche fraîche.

L'aménagement du Rhône.

Le Ministre des Travaux publics a soumis à la signature du Président de la République, un décret relatif à l'aménagement du Rhône, dont un communiqué précise les principales dispositions.

« La loi du 27 mai 1921 a approuvé un programme de travaux d'aménagement du Rhône, de la frontière suisse à la mer, au triple point de vue des forces motrices, de la navigation, des irrigations et autres utilisations agricoles.

L'élaboration du règlement d'ordre public prévu par cette loi, a nécessité une longue procédure.

Le décret qui vient d'être signé prévoit que la concession de l'ensemble des travaux à effectuer pour l'aménagement du fleuve sera accordée, par décret, à une société unique, dite « Compagnie Nationale du Rhône », groupant les collectivités (départements, communes, syndicats de communes, Chambres de Commerce et Chambres d'Agriculture), les établissements publics et les usagers intéressés.

Au fur et à mesure de l'exécution du programme général, chaque tranche de travaux fera l'objet d'une convention particulière et d'un cahier des charges, dont le décret du 13 janvier 1931 indique les dispositions essentielles.

Ce règlement prévoit, en outre, le mode de représentation de l'Etat au sein de la Compagnie Nationale du Rhône et les conditions de la participation financière des collectivités et établissements publics, des services concédés, des industries, des sociétés et des particuliers.

A l'Association des grands Ports français

L'Association des Grands Ports français vient de tenir sa réunion mensuelle, sous la présidence de M. Brindeau, sénateur, président de la Commission d'études de la Marine Marchande, vice-président. Elle s'est occupée, principalement, de l'aide à apporter à la construction navale, et a émis à ce sujet les vœux que le projet assouplissant le régime en vigueur soit adopté sans retard par le Parlement et que le projet complémentaire relatif à la construction navale soit déposé par le Gouvernement et voté dans le plus bref délai.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. et A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

L'Industrie minière indo-chinoise

Bien que l'Indochine française soit un pays essentiellement agricole, l'industrie minière s'y trouve en voie de développement continuel depuis une dizaine d'années. Cette industrie a pris déjà une grande importance dans l'économie de la Colonie et semble appelée à un bel avenir, car, si elle exploite dès maintenant des gisements abondants de combustibles et de métaux, elle est loin d'utiliser toutes les concessions instituées et plus loin encore d'avoir inventorié toutes les richesses du sous-sol.

En 1929, la production d'ensemble des mines indochinoises, qui a quadruplé depuis 1920, atteignait une valeur de 18.610.000 piastres; l'exportation des produits s'élevait à 12.987.000 piastres.

Ces chiffres sont évidemment très inférieurs aux chiffres similaires s'appliquant au riz et à ses dérivés (148.600.000 piastres d'exportations en 1929). Ils classent cependant l'Indochine et ses mines à un rang très honorable.

Par sa production minière, l'Indochine vient, après la Tunisie, au second rang de nos colonies.

Par leurs ventes à l'extérieur, les mines constituent, après le riz, la source la plus importante du commerce d'exportation de notre Indochine.

La valeur de la production annuelle s'est accrue très rapidement depuis dix ans; dans l'ensemble elle a plus que quadruplé de valeur, passant d'environ 4 millions 1/2 de piastres à près de 19 millions.

L'accroissement est dû, en majeure partie, à l'augmentation du tonnage extrait et, de 1923 à 1925, à l'augmentation du prix des minerais. Cette dernière cause n'agit plus dans ce sens depuis 1926 et surtout depuis 1928, en raison de la baisse des métaux.

Une grande portion de la production, environ les 2/3, valant 13 millions de piastres en 1929, est exportée. La production comprend, nous l'avons dit, pour 96,5 o/o du total : des *combustibles*, de l'*étain* et du *zinc*.

Pour ces trois produits il y a accroissement de valeur de la production depuis 1926, sauf pour le zinc qui a baissé à la fois en tonnage et en valeur en 1929.

La production provient, pour les 9/10 du total, de sept grandes sociétés minières, savoir :

1° La Société Française des Charbonnages du Tonkin (Hongay) dont l'anthracite représente 55 o/o de la production globale de 1929, soit près de 10 millions de piastres;

2° La Société des Charbonnages de Dong-Trieu, dont l'anthracite extrait en 1929 vaut 9 o/o de la production minière, soit 1.540.000 piastres;

3° La Compagnie minière et métallurgique de l'Indochine (mines de zinc de Cho-Dien), dont les produits de 1929 valent 8 o/o de la production d'ensemble, soit 1.375.000 piastres;

4° La Société des anthracites du Tonkin (Mao-Khé) qui a produit en 1929 près de 7 o/o de l'ensemble, soit environ 1.200.000 piastres;

5° La Société d'études et d'exploitations minières (étains du Laos); production : 956.000 piastres;

6° La Société des étains et wolfram du Tonkin; production : 736.000 piastres;

7° La Société des mines de Trang-Da (Tonkin), mines de zinc dont la production a atteint 408.000 piastres.

L'Indochine française produit surtout, comme métaux, du zinc et de l'étain, en partie fondus dans la Colonie.

Les mines de zinc renferment généralement du plomb argentifère, d'où une petite production de plomb et d'argent.

Les mines d'étain du Tonkin produisent accessoirement du wolfram.

Actuellement, des exploitations s'organisent pour produire de l'or au Tonkin, en Annam, au Laos et du chrome dans le Nord-Annam.

On se livre à des recherches de mercure, de cuivre et d'argent.

*
* *

Un grave malaise, qui s'accroît sans cesse, pèse depuis plusieurs années sur le marché mondial du zinc.

Ce malaise est dû à une augmentation constante de la production et à une diminution simultanée de la consommation.

A la fin de 1929, le Cartel européen du zinc, constitué pour remédier à cette situation, a dû reconnaître son impuissance et abandonner la lutte.

Or, au 1er juillet 1930, les stocks secondaires de zinc qui étaient de 72.000 tonnes fin 1928, étaient évalués à 170.000 tonnes, alors que le potentiel de production dû à des installations nouvelles et en particulier à l'extension de l'industrie du zinc électrolytique, est susceptible de fournir annuellement 300.000 tonnes de plus par an.

Aussi, le prix du zinc évalué en livres sterling et par long-ton (1.016 kilogs), qui dépassait 44 livres en 1920, 24 livres en 1928, est tombé à moins de 16 livres en août 1930.

La production et l'exportation du zinc en Indochine ont subi le contre-coup de cette situation, qui a entraîné les mines à réduire leur exploitation.

De 1927 à 1929, la production et l'exportation en métal contenu ont baissé constamment, la production de 22.000 à 19.000 tonnes, l'exportation de 23.000 à 15.000 tonnes.

Tout le zinc produit provient du Tonkin. On trouve le minerai, surtout sous la forme de calamine, dans le massif montagneux calcaire, d'âge primaire, qui s'étend entre la rivière Claire et la voie ferrée d'Hanoï à Langson.

En 1929, la production a été de 47.431 tonnes de minerai (presque uniquement calamine) contenant 18.760 tonnes de métal (teneur moyenne : 40 o/o).

Elle provient de deux exploitations :

1° La Compagnie minière et métallurgique de l'Indochine, filiale d'un important consortium international, dont les mines de Chodien ont fourni 14.413 tonnes de métal contenu.

2° La Société des Mines de Trang-da, près de Tuyen-quang, qui a produit 4.347 tonnes de métal contenu.

La plus grande partie du minerai est exportée : 37.000 tonnes, contenant 15.000 tonnes de métal, en 1929. Ces expéditions étant destinées aux pays ci-après :

Belgique	13.500	tonnes de	minerai
France et colonies	13.000	—	—
Japon	9.000	—	—
Allemagne	1.500	—	—

La Cie minière et métallurgieque a créé à Quang-yen, près de Chodien, une fonderie traitant le minerai extrait. La production de cet établissement a été, en 1929, de 3.809 tonnes de zinc et de 17 tonnes de plomb.

Le zinc métal produit a été exporté au Japon.

*
* *

Comme celui du zinc, le marché de l'étain subit une crise de mévente, due à un accroissement continu de la production depuis 1921, accroissement beaucoup plus rapide que celui de la consommation qui paraît, au contraire, se restreindre.

Depuis 1928, la production dépasse notablement la consommation pour laquelle on prévoyait, en 1930, une diminution d'environ 10 o/o par rapport à celle de 1929.

Les stocks mondiaux sont passés de 33.000 tonnes fin 1929 à 46.400 tonnes fin juin 1930.

Le fléchissement du cours de l'étain s'est accentué : le prix, évalué en livres sterling et par long-ton (1.016 kilos), est tombé de 291 livres en 1926 à 203 livres en 1929 et à 134 livres en août 1930, c'est-à-dire à un taux bien inférieur à celui d'avant-guerre.

Beaucoup de mines anglaises sont obligées, dans ces conditions, de travailler à perte et il est évident qu'une telle situation ne saurait se prolonger.

Un cartel international, la « Tin Producers Association », fondé en 1929, et groupant 167 compagnies stannifères, s'efforce de remédier à la crise en restreignant la production (20.000 tonnes de réduction en 1930).

En admettant que les décisions de ce cartel soient respectées, la consommation de 1930 semblerait devoir rester encore inférieure de 6.000 tonnes à la production mondiale estimée à 172.000 tonnes.

Cette crise n'a pas encore entraîné de réduction dans la production de l'exportation de l'étain dans notre Colonie.

En 1929, la production du minerai d'étain a atteint 1.407 tonnes contenant 842 tonnes de métal (teneur moyenne de 60 o/o); elle est donc en notable progression sur la production de 1929 (1.290 tonnes de minerai) et elle est plus du double de celle de 1923 (649 tonnes de minerai).

Cette augmentation rapide de la production est due à la mise en exploitation, depuis quelques années, des mines de la Nam Patène, au Laos, et aux progrès rapidement réalisés par la Société d'études et d'exploitations minières, à qui appartiennent les concessions.

L'exportation totale a été, en 1929, de 965 tonnes de minerai contenant 525 tonnes de métal. Ces chiffres sont presque quintuples de ceux de 1923 et notablement supérieurs à ceux de 1928.

La production de l'étain provient uniquement de deux centres miniers, l'un au Tonkin, l'autre au Laos.

La Société des étains et wolfram du Tonkin et la Société des mines d'étain du Haut-Tonkin exploitent les gisements de Pia-Ouac, situés dans la région montagneuse voisine de Cao-Bang (56 kilomètres) et à 180 kilomètres de Nacham (station terminus de la voie ferrée d'Hanoï à la frontière chinoise).

La Société des étains et wolfram du Tonkin traite sur place ses minerais dans ses fonderies de Tasa et de Cao-bang (cette dernière mise en service en 1929). Elle a produit, en 1929, 314 tonnes de métal.

La Société des mines d'étain du Haut-Tonkin exporte en France tout le minerai produit (en 1929, 192 tonnes de minerai mixte : 50 o/o de cassitérite, 50 o/o de wolfram).

Au Laos, la Société d'études et d'exploitations minières exploite les étains de la Nam Patène (sous-affluent de rive gauche du Mékong). Le développement de sa concession Solange a été très rapide, et il est loin d'être achevé, car les recherches démontrent l'existence de réserves considérables d'une teneur très intéressante.

Cette société développe ses installations et vient de construire à Thakkek une fonderie permettant le traitement des minerais d'étain.

En 1929, elle a exporté toute sa production (869 tonnes de minerai) sur Singapour.

Dans la région, il y a lieu de signaler la prochaine mise en exploitation de la concession Lux, appartenant à la Société des Etains du Cammon et l'installation de la laverie de Nong-Sua par la Société des Etains de l'Indochine.

En raison de l'étendue et de la richesse des gisements d'étain du Laos, que la construction de la voie ferrée Tanap-Thakkek, en cours depuis l'an dernier, va relier aux chemins de fer et aux ports de la côte d'Annam, l'industrie stannifère possède, dans ce coin de l'Indochine, de belles perspectives d'avenir.

Pour les Congrès scientiques.

Un projet de loi a été déposé, autorisant le Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts à participer aux frais d'organisation du 3e Congrès international de radiologie à Paris (juillet 1931), du Congrès international de géographie à Paris (septembre 1931) et portant ouverture sur l'exercice 1930-1931 des crédits afférents à cette participation.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. et A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

La Tunisie à l'Exposition coloniale

La structure du Pavillon offciel de la Tunisie comprenant outre le bâtiment principal une reconstitution fidèle et exacte d'un souk de Tunis, est actuellement terminée. On poursuit activement la décoration et l'installation intérieures; par ailleurs, une série de pavillons se construisent de l'autre côté de l'avenue de l'Afrique du Nord, en face le Pavillon officiel. Ces pavillons sont destinés aux exposants particuliers.

Certains de ces pavillons doivent revêtir une réelle importance, comme par exemple celui du « Commerce et de l'Industrie » pour lequel une puissante association des grandes Sociétés minières, de commerce et de chemins de fer de la Régence, se propose de réaliser une manifestation intéressante des résultats économiques qu'ils ont obtenu dans le pays.

Un Pavillon de de l'Agriculture représentera les efforts conjugués des Chambres d'Agriculture et des Associations agricoles, de Mutualité et de Crédits, pour le développement de la colonisation et les résultats remarquables qu'elle a atteint actuellement.

L'Office du Vin, l'Office de l'Huile doivent occuper un Pavillon spécial avec salle de dégustation de leurs produits.

Enfin, de nombreux bazars orientaux jetteront leur animation pittoresque au milieu de ces manifestations documentaires et ces nombreux pavillons reliés entre eux par des murs de décors ménageant çà et là l'entrée de jardins ou de cours arabes ornés de plantes et de bassins en céramique, constitueront une sorte de rue dont le mouvement et l'animation viendront accroître ceux des souks qui se trouveront situés vis-à-vis.

La construction de cette série de pavillons est aujourd'hui à peu près terminée.

De l'autre côté de la route du Bac, un restaurant d'architecture arabe dirigé par une personnalité éprouvée de la corporation parisienne, présentera dans un décor tout à fait local, une cuisine d'autant plus recherchée qu'elle s'agrémentera de quelques plats du pays. Tout à côté, un grand bazar est sur le point d'être terminé extérieurement avec une salle d'attractions où s'exécuteront des danses et des concerts arabes.

D'ores et déjà, on peut donner l'assurance que la Tunisie sera largement prête avant l'ouverture des portes de l'Exposition.

UN RAPPORT DU Dr LUCIEN-GRAUX

Conseiller du Commerce extérieur de la France

La Tchécoslovaquie économique

Depuis la guerre, on ne peut plus dire que le Français ignore la géographie. Le grand drame aurait suffi à l'en instruire, et douze années de paix, où la vie européenne et mondiale, tant politique qu'économique, a pris un caractère d'universalité de plus en plus marqué, ont plus ou moins imposé, à ceux dont jadis la pensée ne dépassait pas les frontières de leur pays, la curiosité de toutes les contrées du monde.

S'il existe en Europe une nation particulièrement digne d'être connue, c'est bien cette jeune République Tchécoslovaque qui, née sur les ruines de l'Autriche-Hongrie, a accompli, en un peu plus de deux lustres, le quasi-miracle de devenir très grande au milieu de grandes difficultés.

Le docteur Lucien Graux, dont on connaît les intéressants rapports officiels sur le Maroc, la Turquie, la Roumanie et la Grèce, a rapporté cette fois de Tchécoslovaquie, à la suite d'une mission qui lui avait été confiée par le Ministre du Commerce et de l'Industrie, un rapport qui a la valeur d'un document sans précédent où sont rapprochés, dans un ordre impeccable et avec une clarté parfaite, tous les éléments à la fois historiques et de dernière heure, concernant la Tchécoslovaquie et les régions dont elle est composée : Bohême, Slovaquie, Moravie, Russie subcarpathique.

Cet ouvrage s'achève par une bibliographie générale considérable, en toutes langues, qui est la source d'information la plus complète, et qui n'a jamais été faite pour aucun pays. C'est là une documentation extrêmement précieuse, qui rendra à tous les érudits et à tous les chercheurs les services les plus grands. Elle n'en comprend pas moins de 3.292 fiches bibliographiques.

Parmi les voies et moyens utilisés par la Tchécoslovaquie pour favoriser à tous égards son activité productrice, une place spéciale doit être réservée à l'enseignement professionnel. Au point de vue scolaire, la Tchécoslovaquie compte parmi les Etats les plus avancés de l'Europe. Les dépenses au titre des nécessités scolaires représentaient, en 1928, 9,3 o/o des dépenses publiques.

Les écoles supérieures qui nous intéressent plus spécialement sont l'Ecole Polytechnique de Prague, celle de Brno, la polytechnique allemande de Prague et celle de Brno, l'Ecole supérieure d'agriculture de Brno, l'Ecole supérieure minière de Pribram, l'Ecole supérieure de la médecine vétérinaire de Brno.

L'Ecole Polytechnique de Prague est la plus ancienne de l'Europe centrale. Elle fut fondée en 1718. C'est seulement en 1848 qu'elle obtint quelque autonomie. En 1855, pour la première fois les cours y furent faits en tchèque

et en allemand. Elle tend à correspondre, par son organisation et ses programmes à l'Ecole centrale de Paris. Elle se divise en sept écoles spéciales[e]: Ecole supérieure d'ingénieurs-constructeurs, école d'architectes, Ecole supérieure d'ingénieurs-constructeurs et électrotechniciens, Ecole supérieure d'ingénieurs-chimistes et technologues, Ecole supérieure d'ingénieurs agronomes et forestiers, Ecole supérieure de sciences spéciales : cours d'instruction pour arpenteurs, pour employés d'assurance, conférences pour candidat au professorat de l'enseignement secondaire, Ecole supérieure commerciale.

Les écoles professionnelles pour le commerce, l'industrie et l'artisanat sont rattachées au Ministère de l'Instruction publique, tandis que les écoles d'agriculture et les écoles ménagères sont régies par le Ministère de l'Agriculture. Les écoles commerciales sont publiques ou privées. Les Instituts publics se répartissent en Académies commerciales, écoles commerciales publiques, cours commerciaux annuels. Toute école industrielle a deux sections : école supérieure et école pour les chefs d'équipes. Certaines comportent des cours de perfectionnement pour personnes déjà employées, cours spéciaux du soir, du dimanche et cours ambulants.

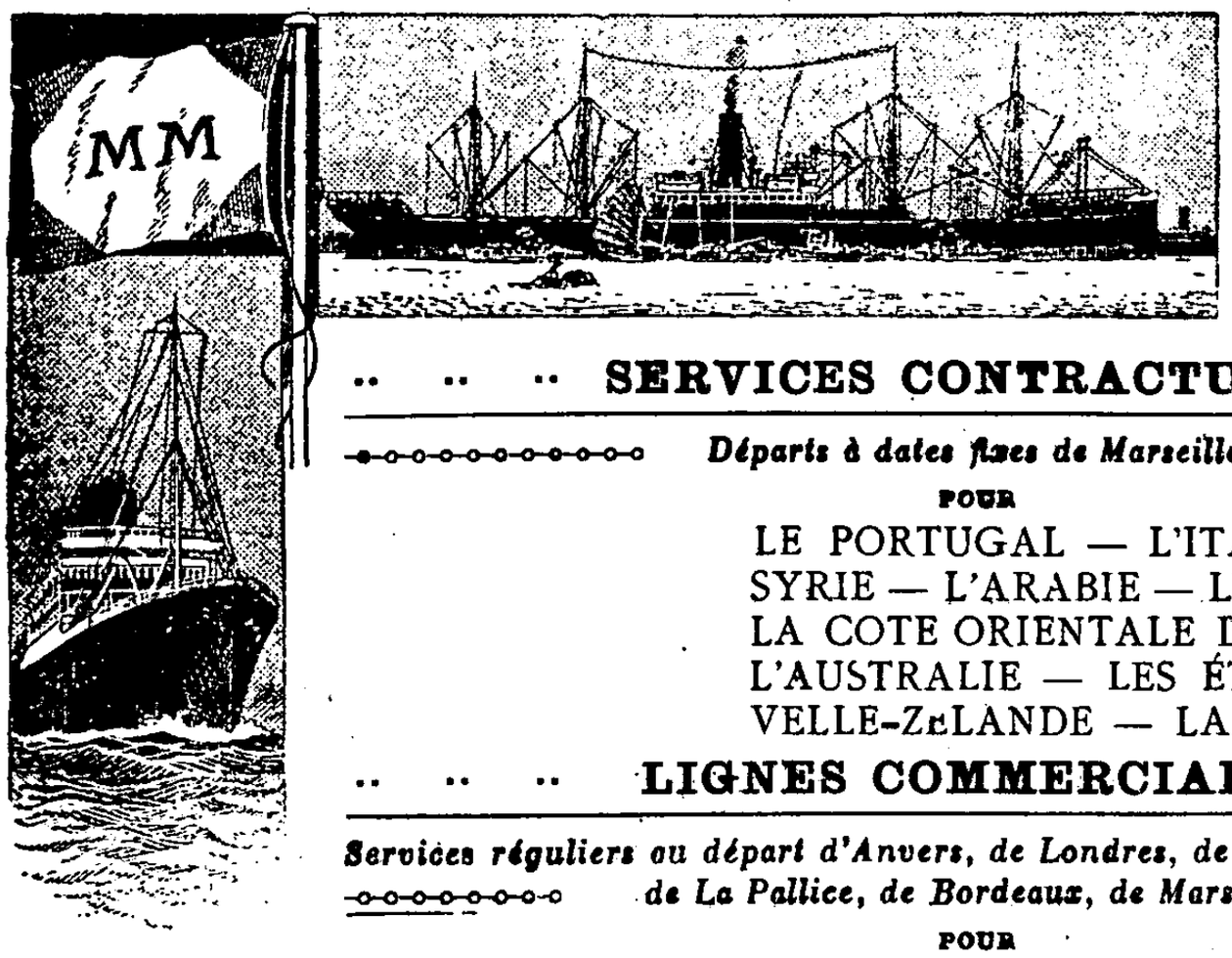
Les écoles professionnelles pour artisans s'échelonnent actuellement sur 31 branches professionnelles.

Les école artisanes et les écoles industrielles ont des cours de français et d'anglais. Les écoles allemandes ont des cours de tchèque.

Latéralement à ces Ecoles, l'Etat a créé des ateliers et des cours pour l'industrie à domicile (dentelles, broderies, paniers, nacre, jouets, verrerie).

Les corporations publiques, les villes aussi, entretiennent des écoles ménagères féminines.

En outre des écoles supérieures d'agriculture, il existe des écoles pour l'enseignement agricole selon les groupes suivants : Ecoles supérieures d'agriculture au total 15, dont 11 avec langue d'enseignement tchécoslovaque et 4 sur l'allemend; cours biennaux : 32 dont 23 tchécoslovaques, 8 allemands et une magyare; cours hivernaux de deux ans : au total 126; école pour l'enseignement agricole d'une année : 7 au nombr dont 6 tchécoslovaques et une ruthène; écoles spéciales pour l'enseignement agricole : 10 dont une supérieure de la coopération agricole à Prague. Ajoutons les écoles pour la culture des légumes, pour les fruits et la viticulture; les écoles de sylviculture et les écoles ménagères agricoles; enfin les écoles d'agriculture populaire, qui familiarisent lse masses de la population agricole avec les progrès modernnes réalisés dans l'agriculture et l'exploitation économique agricole.



MESSAGERIES MARITIMES

.. .. .. SERVICES CONTRACTUELS .. .. ..

Départs à dates fixes de Marseille

POUR

LE PORTUGAL — L'ITALIE — LA GRÈCE — LA TURQUIE — L'EGYPTE — LA SYRIE — L'ARABIE — LES INDES — L'INDO-CHINE — LA CHINE — LE JAPON LA COTE ORIENTALE D'AFRIQUE — MADAGASCAR — LA RÉUNION-MAURICE L'AUSTRALIE — LES ÉTABLISSEMENTS FRANÇAIS DE L'OCEANIE — LA NOUVELLE-ZELANDE — LA NOUVELLE-CALEDONIE

.. .. .. LIGNES COMMERCIALES .. .. ..

Services réguliers au départ d'Anvers, de Londres, de Dunkerque, du Havre, de La Pallice, de Bordeaux, de Marseille

POUR

LA MÉDITERRANÉE — L'INDE — L'INDO-CHINE ET L'EXTRÊME-ORIENT

VOYAGES CIRCULAIRES EN MEDITERRANEE

Par les paquebots de Luxe "CHAMPOLLION" — "SPHINX" — "LOTUS" — "PIERRE LOTI" et "LAMARTINE

VOYAGES AUTOUR DU MONDE

ITINERAIRE : Marseille - Port-Saïd - Suez - Djibouti - Colombo - Fremantle - Melbourne - Sydney - Noumea Suva - Papeete - Panama - Colon - Fort-de-France - Pointe-à-Pitre - Marseille

CONSIGNATION — TRANSIT — REPRESENTATION

Pour tous Renseignements, s'adresser à :

PARIS, siège social : 8, rue Vignon — MARSEILLE, agence générale : 3, place Sadi-Carnot

Les **Messageries Maritimes** sont en outre représentées dans tous les ports desservis par leurs navires, ainsi que dans les gares de France et de l'Étranger, par des Agents et des Correspondants. Registre du Commerce (Seine) 31.016, 176.390.

Imp. P. et A. DAVY, 53, rue de la Procession — *Le Gérant :* M. HÉDAN

BULLETIN ÉCONOMIQUE

« Colonies-Sciences »

L'association « Colonies-Sciences » organise pour le 28 septembre 1931, à l'occasion de l'Exposition coloniale internationale de Paris et sous le patronage de celle-ci, un congrès de l'enseignement colonial en France.

Ce Congrès, préparé avec le concours de la Fédération des établissements d'enseignement colonial en France, sera national et placé sous la présidence du général Messimy, sénateur, ancien ministre.

Il aura pour but de faire ressortir la place que les colonies occupent actuellement ou devraient occuper dans les diverses branches de l'enseignement :

Enseignement primaire; enseignement secondaire; enseignement supérieur; enseignement technique; grandes écoles et institutions d'enseignement général ou colonial.

Une place plus importante a été réservée aux colonies, ces dernières années, dans les programmes. On sait, d'autre part, que ceux-ci, déjà surchargés, ne sont pas indéfiniment extensibles.

Les colonies occupent aujourd'hui dans la vie intellectuelle et économique de la France une place sans cesse grandissante. Or c'est un fait que les jeunes gens sont loin de posséder en cette matière toutes les notions indispensables.

Un travail d'adaptation s'impose donc. Il a paru opportun de saisir l'occasion qu'offrira la présence à Paris de nombreux membres de l'enseignement au moment de l'Exposition pour provoquer un échange de vues aussi large que possible sur ce sujet dont l'importance est incontestable.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'association « Colonies-Sciences », 60, rue Taitbout, Paris (9e).

LE THERMALISME FRANÇAIS

L'organisation des services d'hygiène à Vichy

L'Hygiène urbaine est à la base du développement des Stations thermales ou touristiques, car c'est autour d'elle que gravitent toutes les installations saisonnières.

La ville de Vichy, soucieuse de fournir à sa nombreuse clientèle de baigneurs et de touristes, le maximum de sécurité, de confort et de bien-être, a réorganisé, l'an dernier, ses Services sanitaires et s'est placée à ce point de vue, à un niveau qui lui permet actuellement de justifier sa vieille réputation de reine des villes d'eaux.

Dans cette cité en perpétuelle transformation, en accroissement incessant, l'effort des hygiénistes a été constamment tendu vers l'approvisionnement de la ville en eau potable. Nous avons la satisfaction de pouvoir dire que Vichy est très abondamment pourvue d'une eau pure et constamment pure.

Quelques détails techniques sur cette question si importante et si heureusement résolue sont nécessaires. Le système d'adduction d'eau employé, est celui des drains filtrants. Constitués par des tuyaux de ciment maigre, par conséquent poreux, ces drains sont installés à plusieurs mètres de profondeur dans un très vaste banc de sable, en amont de Vichy, dans un des méandres constitués par la rivière d'Allier. Isolé de toutes parts à plus de 800 mètres, ce système de drains d'une longueur de 2.000 mètres environ, est relié à l'usine élévatoire toute proche par 2 canalisations étanches, aboutissant aux baches de puisage.

A l'usine, 4 pompes électriques à grand rendement, élèvent l'eau dans 2 réservoirs de 6.000 m³ chacun situés sur les hauteurs avoisinantes. De là, l'eau est distribuée par pression. Il n'y a à Vichy qu'une seule canalisation; toute l'eau est potable.

La consommation journalière en pleine saison est d'environ 22.000 m³, et pour importante qu'elle soit, l'installation peut du jour au lendemain doubler sa production. Cette eau, très abondamment distribuée, est aussi d'une qualité irréprochable. Elle est très pure à son origine ainsi que l'ont constaté toutes les nombreuses analyses des années précédentes mais, un système d'adduction d'eau si important peut néanmoins recevoir le contre coup d'un accident, d'une cause fortuite imprévue. C'est pour donner une nouvelle sécurité au système que la ville de Vichy a installé, l'an dernier, sur toutes les pompes élévatoires, la verdunisation Bunau Varilla. Appareil simple automatique il est là pour parer, par un ultime souci de sécurité, aux défaillances accidentelles et imprévues.

Un laboratoire municipal assure la surveillance de la qualité des eaux, par une analyse bactériologique quotidienne. Un contrôle est effectué à différentes périodes par le Laboratoire du Ministère de la Santé publique. Résultats excellents de part et d'autre. Aucune pollution de l'eau, même légène n'a été constatée.

Cet important problème de l'alimentation en eau potable résolu, passons maintenant à celui de l'enlèvement des ordures ménagères. La ville de Vichy possède depuis de nombreuses années, un enlèvement de matières usées par bennes automobiles, au moyen de poubelles fermées de modèle uniforme.

D'autre part, le tout à l'égout fonctionne depuis longtemps dans toute la ville thermale, et chaque année voit s'étendre le réseau d'égouts vers la périphérie; cette année même, une dépense de six millions a été engagée.

La voirie a été depuis longtemps le souci des Pouvoirs locaux. Toutes les rues importantes sont asphaltées et fréquemment arrosées et balayées. Pendant la saison thermale les voies principales sont nettoyées à la lance à la première heure, assurant pour toute la journée une netteté impeccable.

Pour compléter ces installations essentielles, la ville achève actuellement un poste de désinfection modèle. Assurée provisoirement par l'étuve à vapeur, la désinfection sera dès le printemps 1931, effectuée à l'aide des appareils les plus modernes et dans les conditions de sécurité les plus grandes. L'état sanitaire, en 1930, est resté excellent; la mortalité générale est de 1,90 o/o surtout grevée du décès de gens âgés, la mortalité infantile de 2,82 o/o en constante régression d'année en année.

Des travaux d'assainissement ont été exécutés pendant l'hiver 1929-1930. Un bief traversant la ville a été comblé rapidement, assainissant un important quartier.

Dans le domaine de l'Inspection scolaire, des réorganisations importantes ont été effectuées, comportant l'inspection individuelle des élèves, et la surveillance minutieuse des maladies transmissibles.

Telles sont, dans leurs grandes lignes, les améliorations effectuées. Mais il est indispensable, dans l'avenir, en raison de l'importance croissante des dépenses nécessitées, de procéder par tranches successives.

La ville de Vichy, consciente de ses devoirs envers ses hôtes, soucieuse de sa réputation et de son avenir, s'attachera inlassablement à réaliser en hygiène urbaine, le programme qu'elle s'est tracé.

Le régime des dépôts en douane en Indochine

La Commission permanente du Conseil de Gouvernement en Indochine a approuvé un projet de décret dont voici l'essentiel : La mise en dépôt de douane des marchandises non déclarées en détail dans les délais est réglementée par les dispositions suivantes :

Si, outre les manifestes donnés par les capitaines des bâtiments et les déclarations sommaires faites par les conducteurs par terre, des déclarations en détail ne sont pas présentées, les marchandises seront retenues ou déposées dans les magasins de la Douane pendant six mois, et les propriétaires, tenus de payer, en sus des droits de douane, des taxes de magasinage dont la quotité sera fixée par arrêté du Gouverneur Général. S'il n'y a pas de réclamation et déclaration en détail après ce délai, les marchandises seront vendues au profit du budget général de la Colonie, à la charge de réexporter sur l'étranger celles dont l'entrée est prohibée.

A l'exception des mises en dépôt en douane de marchandises abandonnées par écrit pour n'être pas contraint à payer les droits de douane, l'inscription au registre de dépôt en douane donne ouverture à une taxe de magasinage.

Pour les marchandises mises en dépôt de douane pour toutes autres causes que pour défaut de déclaration en détail, abandon par écrit ou importation de marchandises prohibées dans un port qui n'est pas ouvert à ces opérations, il est dû une taxe de gardiennage.

La colonisation au Maroc

M. Lucien Saint, au cours de l'année 1930, a développé le programme de la colonisation et veillé notamment à installer dans les meilleures conditions un certain nombre de colons dans les régions du Gharb, d'Ouezzan, du Haut-Ouergha et de Taza.

Les lots ainsi attribués sont presque tous composés de terres en partie défrichées et leur superficie a été calculée plus largement que celle des lots des précédents programmes.

L'année 1931 se présente donc comme une période de recueillement, au cours de laquelle l'Administration s'efforcera de retoucher et d'améliorer l'œuvre existante, en tenant compte des conditions économiques nouvelles et de préparer un nouveau pas en avant.

La politique de peuplement rural indispensable pour assurer le développement économique du Maroc et à garantir sa sécurité doit, en effet, être poursuivie avec le souci constant d'améliorer des méthodes, qui ont déjà amené d'importants résultats.

La Direction Générale de l'Agriculture persuadée qu'en raison des exigences actuelles du marché agricole, les colons ne peuvent réussir qu'en augmentant les rendements et en diminuant les frais, aura notamment le souci de rechercher, dans l'avenir, les attributaires les mieux adaptés à ces exigences, par leurs qualités techniques ou pratiques. Elle s'efforcera de les mettre dans les conditions les meilleures en équipant, dans une certaine mesure, les lots qui leur seront concédés.

Les colonies à la VII^e^ Foire-Exposition de Nice

Chargé par le Ministre des Colonies d'exercer pour la première fois, en son nom, sur la Côte-d'Azur, une action destinée à mieux faire connaître les possibilités d'échanges de toutes sortes entre les Colonies et la Métropole, le Comité de propagande coloniale des Alpes-Maritimes, dès sa création auprès de la Chambre de Commerce avait, en 1925, pris l'initiative d'organiser une section coloniale à la Foire-Exposition.

Cette année, à la veile de l'Exposition Coloniale internationale, le Comité a estimé qu'il était particulièrement opportun de reprendre son initiative intéressante.

A son appel, l'Agence Générale des Colonies a répondu en présentant pour la première fois au public de la Côte-d'Azur les colonies à gouvernement autonome.

L'Agence Economique du Gouvernement général de l'Indochine qui, l'an dernier, était déjà présent à la Foire-Exposition, a répondu également, en donnant plus d'ampleur à son Exposition. L'Institut Colonial Français, grand organisme d'initiative privée, mais qui compte dans son Comité de direction et dans ses Commissions d'études l'élite des anciens hommes de Gouvernement, des anciens chefs de nos Colonies, des coloniaux et des métropolitains de marque, a également ouvert un bureau d'informations et de propagande, qu'il partageait avec l'inspectorat général du service de santé des colonies.

L'ouverture de la Foire a eu lieu le 2 février avec un plein succès. L'empressement que le public a mis, non seulement à admirer les objets d'art, les productions diverses, les échantillons de bois précieux exposés dans les stands des agences, mais à rechercher une documentation qui lui est donnée par des permanenciers qualifiés, montre que la vie des colonies s'est intégrée désormais à la vie nationale. Le besoin de posséder les notions relatives aux ressources immenses de notre domaine d'outre-mer et aux débouchés qu'il offre aux activités métropolitaines, n'est plus à faire ressentir aux visiteurs, mais la propagande a désormais pour mission de le satisfaire.

Et cette constatation, à laquelle chacun a pu se livrer, en allant visiter la Section Coloniale de la Foire-Exposition, justifie pleinement le but que se propose de réaliser le Comité de Propagande coloniale des Alpes-Maritimes, la représentation permanente, totale des colonies sur la Côte-d'Azur, dans des conditions exceptionnelles d'efficacité à la fois locale, régionale, nationale et internationale.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15^e^).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

L'Industrialisation des Produits agricoles à Madagascar

LES INDUSTRIES DU MANIOC

L'intérêt que, depuis plusieurs années, la colonisation européenne de Madagascar porte d'une manière directe et effective au développement et à l'amélioration de produits de culture spécifiquement indigène, comme le riz et le manioc, procède, d'une conception nouvelle et heureuse des conditions de mise en valeur de ce pays. On sait que, pendant longtemps, les colons établis dans cette Possession consacrèrent surtout leur activité à la production des denrées tropicales riches : vanille, girofle, végétaux aromatiques, à l'exploitation des richesses forestières de l'Ile et à la prospection des gisements minéraux précieux, comme l'or et les gemmes. L'isolement de Madagascar, son éloignement de la Métropole et des grands marchés européens, l'insuffisance et la précarité des moyens de transport à l'intérieur limitaient, en effet, les possibilités d'expansion commerciale de la nouvelle colonie à l'exportation d'un tonnage assez restreint, mais composé de produits susceptibles, par leur valeur élevée, de supporter des frêts onéreux. On ne pouvait guère alors prévoir que des produits relativement pauvres comme le riz, le maïs ou le manioc, dont la culture semblait ne devoir intéresser que le producteur malgache et ne pouvoir alimenter que des transactions purement locales, s'exporteraient un jour par milliers de tonnes de Tamatave et de Majunga.

Il apparut, par la suite — lorsque le développement et l'amélioration des moyens de communication et notamment la construction du chemin de fer de Tananarive à la côte Est permirent d'envisager une évacuation massive et plus économique des récoltes — que la préparation rationnelle des produits de culture indigène jusqu'alors délaissés par les commerçants européens, pouvait, à la faveur d'une technique appropriée, en augmenter suffisomment la valeur pour permettre de les exporter avec profit sur les marchés éloignés. La création d'un outillage mécanique propre au traitement et à la transformation de la matière agricole brute sollicita bientôt l'effort de colons avisés et entreprenants; après les inévitables tâtonnements des débuts, on parvint à adopter aux conditions locales et à mettre au point des installations industrielles (minoteries, rizeries, féculeries, distilleries, usines à sucre), qui se sont progressivement développées et constituent aujourd'hui l'une des branches les plus intéressantes de l'activité économique de la Colonie. Indiquons que sur un total de 214 millions de francs de produits agricoles exportés de Madagascar en 1929 (non compris les produits forestiers, de cueillette et d'élevage), les produits industriellement transformés représentaient une valeur de 30 millions.

Nous nous bornerons à analyser ici les effets remarquables de cette « rationalisation » sur l'un des produits malgaches qui ont le plus bénéficié de la modernisation des méthodes de production, le manioc.

Il s'agit d'une plante de la famille des euphorbiacées, aux racines tuberculeuses et féculentes, riches en matières amylacées qui tient, avec le riz, la première place dans l'activité agricole et l'alimentation des populations de la grande Ile. Le manioc ne devint à Madagascar, un article d'exportation qu'en 1909, c'est-à-dire une quinzaine d'années après l'annexion. On peut, sur l'efficacité et l'opportunité des mesures douanières en matière de production coloniale, ne pas partager entièrement les conceptions protectionnistes que la crise économique actuelle a mises à l'ordre du jour; on n'en doit pas moins constater que l'essor de la production du manioc à Madagascar a coïncidé avec la mise en vigueur des dispositions de la loi douanière du 10 août 1908 qui imposaient, à leur entrée en France, aux maniocs étrangers, une taxe de 7 francs par 100 kilogr., dont nos maniocs coloniaux étaient exemptés. Il n'est pas contestable qu'à la faveur de cette protection, les maniocs de la grande Ile trouvèrent, en France, un débouché de plus en plus étendu dans l'industrie des fécules et des glucoses, dans la production des alcools, de la dextrine, dans l'apprêt des tissus, l'encollage du papier, etc., ainsi que dans l'alimentation du bétail.

Les exportations de manioc brut, en cossettes et bouchons ou rondelles, qui étaient de moins de 150 tonnes en 1909, passaient l'année suivante à 4.655 tonnes pour atteindre près de 20.000 tonnes en 1920; elles ont oscillé, depuis 1927, entre 35et 40.000 tonnes, représentant une valeur locale de 18.650.000 fr. en 1929.

Il n'est pas à prévoir, malgré l'extension continue des cultures de manioc, que le tonnage d'exportation du produit brut puisse très sensiblement s'accroître dans l'avenir; car, sans parler des quantités toujours plus considérables qui sont utilisées sur place pour l'alimentation du bétail et plus spécialement dans les provinces centrales, c'est très certainement sous la forme de produits industrialisés (farine, fécule et tapioca), que l'exportation du manioc de Madagascar est appelée à se développer. A l'état brut, desséché et débité en cossettes ou en rondeles, ce tubercule occupe un volume moyen de 2 mc. 200 à la tonne; c'est donc une marchandise encombrante, d'une manutention et d'un transport peu économiques. Sa transformation en farine et en fécule le rend sensiblement plus maniable tout en augmentant, dans des proportions appréciables, sa valeur marchande; d'après les derniers cours pratiqués à la Bourse de Commerce de Marseille (deuxième semaine d'avril), la farine de manioc était cotée de 75 à 85 fr. les 100 kilogr. et la fécule de 150 à 170 fr.; alors que le manioc simplement séché valait de 55 à 63 fr.; quant aux cours du tapioca de Madagascar, ils ont varié de 185 à 205 fr. pendant cette même semaine.

Les premières installations européennes pour le traitement industriel du manioc à Madagascar furent créées en 1909; elles étaient, en 1910, au nombre de trois. On compte aujourd'hui — indépendamment des établissements ne pratiquant que le séchage et la préparation des cossettes ou des rondelles — dix usines pour la fabrication de la farine, six usines produisant de la farine et de la fécule ou seulement de la fécule et neuf féculeries fabriquant à la fois farine et tapioca.

La répartition géographique de ces installations est déterminée par les conditions climatériques locales qui, selon les régions, imposent des modalités de préparation différentes et permettent une industrialisation plus ou moins complète de la matière première. C'est ainsi que, dans les provinces de la Côte Orientale, où le climat est caractérisé par l'abondance et surtout par la continuité des pluies et où le séchage des tubercules au soleil ne peut être convenablement assuré, les usines font surtout

de la fécule et du tapioca. Dans le Nord-Ouest (régions de la Mahavavy et du Sambirano), les entreprises européennes préparent le manioc sec ou en farine, le climat comportant une saison sèche de plusieurs mois qui coïncide avec la récolte et permet le séchage naturel des tubercules. Cette opération s'effectue sur de vastes aires cimentées; le manioc, après lavage et tronçonnage au coupe-racines, y est étendu et fréquemment retourné. A plusieurs de ces établissements est annexée une minoterie pourvue d'un outillage mécanique souvent très perfectionné pour l'enlèvement de l'enveloppe extérieure des racines et pour la mouture du manioc. La transformation de ce produit en farine présente, en effet, comme nous l'avons déjà indiqué, des avantages commerciaux qui compensent les dépenses d'usinage.

Dans la région centrale de l'Ile — notamment aux environs de Tananarive et dans l'Ankaratra ainsi que dans le nord et dans les contrées intermédiaires entre la Côte Est et les Hauts-Plateaux (province de Moramanga et région du lac Alaotra), dont le climat est sec pendant la moitié de l'année, la préparation du manioc pour l'exportation s'effectue aussi bien sous forme de fécule et de tapioca.

L'alimentation des usines en matière première est assurée, en grande partie, par les cultures indigènes, mais la plupart des entreprises européennes cultivent aussi directement elles-mêmes ou en association avec des métayers malgaches des superficies étendues (de 20 à 25.000 hectares de cultures européennes de manioc pour une superficie totale de près de 300.000 hectares). Il n'est pas sans intérêt d'indiquer que plusieurs de ces entreprises utilisent, pour leurs cultures de manioc, un matériel aratoire du type le plus moderne comprenant des groupes de labourage mécanique qui permettent de mettre annuellement en culture de 1.000 à 2.000 hectares.

Les installations industrielles pour le traitement et la transformation du manioc sont actionnées par la vapeur ou, dans les régions accidentées du Massif Central et du versant oriental, par la force hydraulique que fournissent en abondance aux usines de nombreuses chutes et rivières aux allures torrentueuses.

La production du tapioca, qui représente à Madagascar la forme la plus industrialisée du manioc, est, des diverses industries transformatrices de ce produit, celle qui paraît jouir de la plus grande faveur des colons de la grande Ile; elle s'est développée plus rapidement que celle de la farine et de la fécule; bien que les exportations de tapiocas malgaches qui, de 530 tonnes en 1915, s'étaient élevées à près de 2.800 tonnes en 1927, aient sensiblement fléchi depuis 1928 sous l'influence de la baisse générale des cours et de la concurrence des tapiocas de Singapour et de Java.

La fabrication du tapioca consiste, comme on le sait, dans la cuisson de la fécule de manioc; très simple en principe, cette industrie n'en est pas moins fort délicate et exige une attention et des soins particuliers aussi bien pour l'opération même de la cuisson que pour la production des fécules et aussi pour le choix et la préparation des maniocs à traiter, qui doivent être récoltés au moment où les tubercules contiennent le maximum de fécule et envoyés à la féculerie dès arrachage pour prévenir le fermentation et la coloration en bleu qui se produisent très rapidement. L'utilisation d'une eau très pure pour le lavage est, d'autre part, indispensable à l'obtention de fécules de bonne qualité. Celles-ci sont cuites dans des bassines de cuivre chauffées à la vapeur d'eau et parfois à l'électricité. L'opération doit être constamment surveillée, l'insuffisance de cuisson ne permettant pas au tapioca d'acquérir l'aspect vitrifié des bonnes variétés marchandes et la cuisson trop poussée lui donnant une coloration grise qui la déprécie. Le séchage s'opère ensuite dans des tunnels chauffés à une température élevée.

On évalue à 25.000 tonnes la consommation du tapioca dans le monde; la France, qui est un des principaux pays consommateurs de cette denrée, en absorbe annuellement environ 10.000 tonnes, dont plus de la moitié provient de Singapour et le reste des Colonies Françaises (3.500 tonnes de Madagascar et de la Réunion), des Indes Néerlandaises, du Brésil et de diverses contrées tropicales.

On doit regretter que la part de Madagascar dans les importations de tapiocas de la Métropole, soit encore aussi limitée, alors que le développement et l'amélioration des conditions de la culture du manioc dans ce pays, l'aménagement rationnel des usines, l'accroissement de leur capacité de production, le soin apporté dans les établissements industriels de la grande Ile, à la préparation d'un produit nettement supérieur, de l'avis des experts, à celui de Singapour et pouvant rivaliser avec les variétés les plus réputées de Java et de Rio, devraient assurer aux tapiocas malgaches une place prépondérante dans l'approvisionnement du marché français. Les progrès réalisés dans cette industrie au cours des dernières années, grâce à l'effort persévérant et méthodique de nos colons, étaient à la veille de lui ouvrir beaucoup plus largement le débouché métropolitain lorsque survint la crise commerciale dont nos colonies, comme la plupart des autres pays du monde, éprouvent aujourd'hui si cruellement les effets.

Ceux-ci se sont aggravés, en ce qui concerne spécialement le tapioca, du fait de l'apport massif, sur les marchés européens, des importations de Singapour réalisées à des conditions invraisemblables de bon marché que la modicité des frais de production et du prix de revient ne suffit pas à expliquer et qui semblent être le résultat d'un abaissement systématique des prix. Cette concurrence redoutable mettait en grand péril la jeune industrie des tapiocas de Madagascar et risquait de compromettre le résultat des coûteux efforts qui lui ont permis de se constituer. C'est en vue de parer à ce danger que, parmi les mesures qui viennent d'être adoptées par le Parlement pour venir en aide à la production coloniale, a été décidée la perception, pendant dix ans, sur les tapiocas étrangers importés en France, d'un droit de 0,35 par kilogr. dont le produit sera ristourné aux Possessions intéressées pour être réparti entre les producteurs. Des dispositions analogues ont été prévues pour les maniocs bruts, les farines et les fécules.

Nous ne discuterons pas ici les griefs souvent adressés au système des primes en général; on peut, non sans raison, reprocher à ces mesures le caractère artificiel et temporaire de la protection qu'elles procurent et il est bien certain qu'elles ne peuvent suffire à assurer seules la prospérité durable des industries ainsi protégées. Il n'en était pas moins indispensable, dans les circonstances actuelles, d'assurer, par une aide immédiate, le salut d'une industrie coloniale particulièrement digne de la sollicitude de la Métropole; la protection qui vient d'être accordée à la production du manioc malgache et de ses dérivés industriels permettra aux colons, aux usiniers et aux populations agricoles qui vivent de cette production de résister à la tourmente et de poursuivre plus aisément, en vue de la reprise des affaires, l'effort d'organisation et de rationalisation dont nous venons d'indiquer les encourageants résultats.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

Le service d'exploitation industrielle des tabacs

L'industrie des tabacs en France est organisée depuis 1810, sous la forme d'un Monopole au profit de l'Etat, qui assure lui-même la charge de la fabrication et de la vente des produits de ses Manufactures.

Pendant plus d'un siècle, cette branche importante de l'activité nationale a présenté les caractères d'une industrie d'Etat, à forme strictement administrative. Les efforts constants et le dévouement de tous ses collaborateurs l'ont toujours maintenue à un haut degré de prospérité. Mais le développement intervenu, au cours de la guerre, des organisations d'Etat, souleva de violentes campagnes qui n'épargnèrent pas le Monopole des Tabacs, dont les solides traditions auraient mérité de plus bienveillantes appréciations. Préoccupé par ce mouvement de l'opinion, le Ministre des Finances chargea, en 1923, une commission spéciale présidée par M. Sergent, ancien sous-secrétaire d'Etat et comprenant diverses hautes personnalités de l'Administration, du Commerce et de l'Industrie, d'examiner les mesures à prendre pour donner à l'exploitation du Monopole une forme plus commerciale.

La Commission étudia à fond le fonctionnement de ce service et chargea M. André Citroën de rédiger un rapport qui fut déposé en mars 1925 et concluait au maintien du Monopole, dont l'administration serait confiée à un Office national jouissant de l'autonomie financière.

Ce n'est qu'en 1926 que le Gouvernement utilisa, dans une assez large mesure, les travaux de la Commission Sergent. L'importance des bénéfices annuels du Monopole des Tabacs était un élément de nature à retenir l'attention des pouvoirs publics pendant une période où le problème de l'équilibre du Budget paraissait insoluble. Il était fatal que le Gouvernement songeât à distraire cet organisme de l'ensemble des richesses françaises et à en constituer un gage spécial affecté en garantie de certains prêteurs.

La solution adoptée a été particulièrement heureuse, puisqu'elle a permis de parvenir à ce résultat sans intervention d'aucune puissance financière, française ou étrangère. Ce sont les porteurs de Bons de la Défense nationale, c'est-à-dire, pratiquement, la masse de la Nation, ceux qui ont fait confiance à l'Etat dans les périodes difficiles, qui ont reçu, à titre de garantie de leur créance, l'immense institution que représente le Monopole des Tabacs.

La loi du 7 août 1926 a institué une Caisse Autonome dite « de gestions des bons de la Défense nationale, d'exploitation industrielle des tabacs, et d'amortissement de la dette publique », établissement jouissant de la personnalité civile et de l'autonomie financière.

Ce nouvel organisme est administré par un Conseil de 21 membres comprenant, outre le Président, un Comité financier et un Comité technique. C'est M. le Sénateur Lebrun qui, depuis la création de la Caisse Autonome, préside à ses destinées. Le Comité technique est présidé par M. Moutou, le Comité financier par M. le Sénateur Milan. A côté de ces organismes, un Comité consultatif qui comprend des personnalités d'origine très diverse : représentants du Ministre, des planteurs, des débitants, du personnel de direction et d'exécution et des notabilités du commerce et de l'industrie, a pour mission de donner son avis sur toutes les mesures importantes qui concernent la culture et l'achat des tabacs indigènes ainsi que la vente des tabacs fabriqués. M. Blondeaux, Directeur Général du Service d'Exploitation Industrielle des Tabacs est membre du Comité technique et du Comité consultatif.

On connaît les brillants résultats obtenus dans le domaine financier par la Caisse Autonome; rétablissement de la confiance des épargnants dans la stabilité de la monnaie, consolidation progressive de la dette flottante, soutien du marché des rentes, baisse du taux de l'intérêt, facteurs qui, tous, contribuent au renforcement du crédit de l'Etat. Ce crédit ébranlé par les vicissstudes monétaires des années 1925 et 1926, est actuellement de premier ordre et cette transformation rapide n'est certes pas le moins important des résultats obtenus jusqu'à présent par la Caisse Autonome.

Il est intéressant, croyons-nous, de mettre en évidence les réalisations du Monopole des Tabacs dans le domaine plus strictement industriel et commercial, celui dans lequel s'exerce l'activité du Service d'Exploitation Industrielle des Tabacs proprement dit, désigné couramment par les initiales S. E. I. T.

Ce service fonctionne sous la haute direction du Comité technique dont nous avons déjà signalé l'existence. Au point de vue financier, il dispose d'un budget autonome approuvé par le Ministre, et qui, pour l'année 1930, s'est élevé à 1 milliard 172 millions pour les dépenses, et à plus de 4 milliards 540 millions pour les recettes.

Au moment de sa constitution, il a été doté d'un capital constitué par la valeur des biens, meubles et immeubles du matériel d'exploitation, des approvisionnements en matières premières, fournitures diverses et produits fabriqués appartenant au Monopole lors de la création de la Caisse Autonome. Ce capital a été évalué à 1.115 millions de francs. La comptabilité du S. E. I. T. est tenue à parties doubles suivant les usages du commerce et de l'industrie, tant en deniers qu'en matières.

Le S. E. I. T. comporte des services d'achat de matières premières, de fabrication, et de vente. Le capital très élevé de l'industrie des tabacs donne une idée de son importance. Elle dispose dans toute la France de 39 magasins pour l'entrepôt de ses matières premières, de 22 Manufactures, d'une usine pour la fabrication du matériel spécial, et de 320 entrepôts de tabacs fabriqués. 47.000 planteurs, 16.000 ouvriers et ouvrières lui consacrent leur activité et 48.000 débitants vendent les produits qui sortent de ses usines. La vente a atteint en 1930, le chiffre considérable de 4.530 millions. L'industrie des tabacs est donc une des plus importantes industries françaises et, il n'y avait aucune raison nous le constaterons par la suite pour ne pas lui appliquer les méthodes qui ont fait leurs preuves dans toutes les autres branches de l'industrie et du commerce.

L'activité du laboratoire de l'inspection générale des mines en Indochine

Le nombre des échantillons remis au laboratoire de chimie de l'inspection générale des mines et de l'industrie pendant l'année 1929, par les divers services du Gouvernement général de l'Indochine, par les sociétés minières et industrielles et par les particuliers, s'est élevé à 1.354, représentant 3.590 dosages et essais. La même année, le laboratoire d'essais mécaniques et physiques, chargé du contrôle de la cimenterie de Haïphong, prélevait 284 échantillons de ciment, donnant lieu à 2.272 essais.

Les analyses de minerais ont été de beaucoup les plus nombreuses. 873 échantillons ont été examinés, nécessitant 1.219 dosages et 277 recherches qualitatives. Les éléments métalliques ayant donné lieu au plus grand nombre de recherches sont en première ligne, l'étain avec 261 essais ou dosages, puis l'or 209 dosages, le zinc 165, l'argent 163, le plomb 127, le cuivre 28, l'antimoine 23, enfin le fer, le manganèse, le tungstène, le chrome, le platine, etc.

Les combustibles viennent occuper le deuxième rang avec 138 échantillons donnés à l'analyse : 92 proviennent soit de la Compagnie des Chemins de fer de l'Indochine et du Yunnan, soit des sociétés privées ou des particuliers. Les chemins de fer du Nord ont envoyé 46 combustibles sur lesquels les essais, permettant de vérifier leur conformité avec les cahiers des charges, ont été effectués.

Au troisième rang se classent les métaux avec 91 inscriptions.

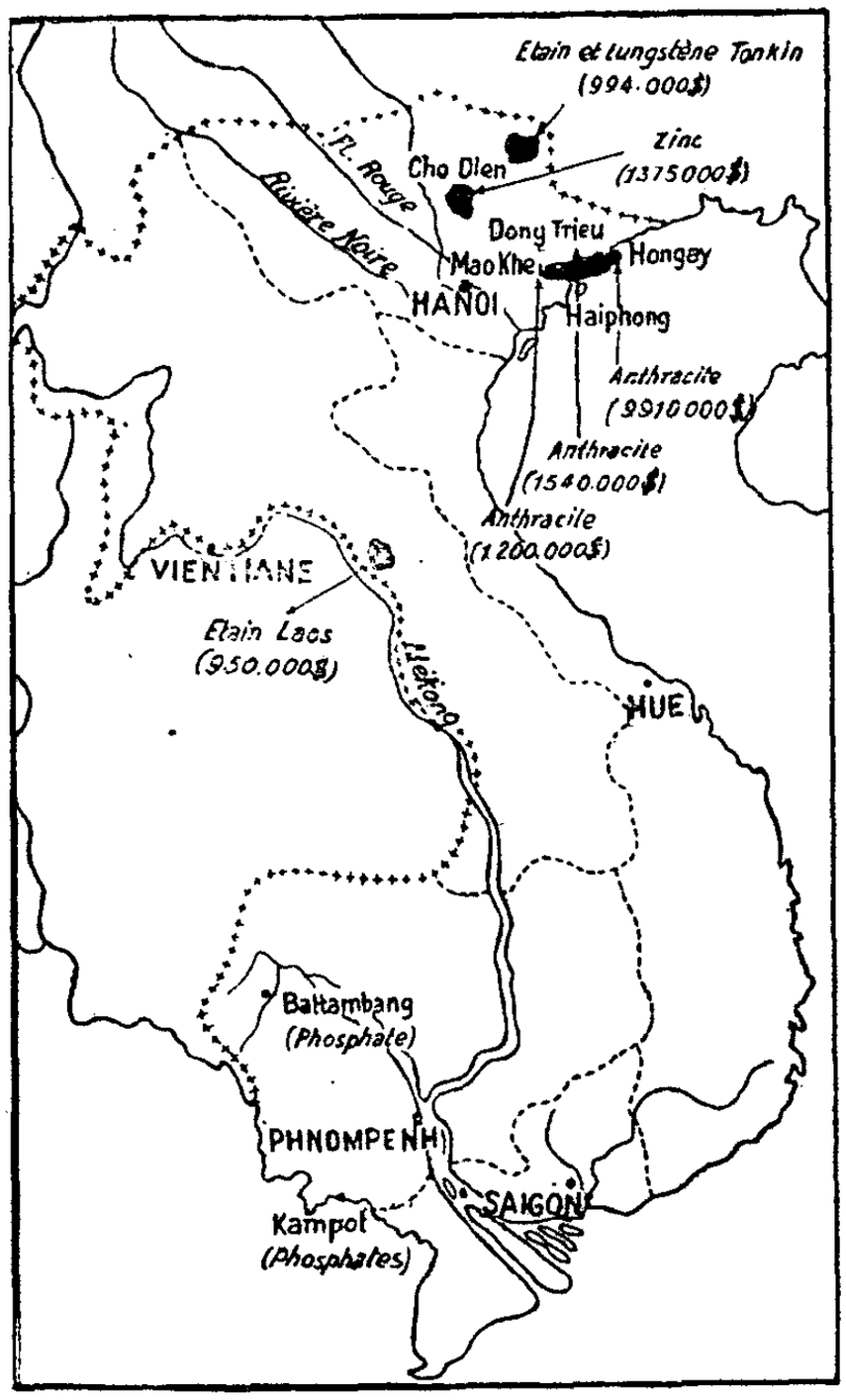
Les métaux analysés ont été surtout des zincs, 74 échantillons, provenant tous de la fonderie de Quang-yen, destinés à l'exportation au Japon. Des autres métaux analysés 17 échantillons étaient des étains, des antimoines, des fontes (à noter trois échantillons de bronze envoyés par l'Ecole Française d'Extrême-Orient).

Le quatrième rang est occupé par les analyses des matériaux de construction : ciments, chaux hydrauliques et chaux ordinaires, sables, graviers, calcaires, bétons; 80 analysls ont été faites, la presque totalité (75 échantillons) provenant des divers services des Travaux publics.

Au cinquième rang figurent les eaux, avec 61 inscriptions dont 56 pour différents services.

Viennent ensuite les huiles de graissage; 46 échantillons dont 43 furent envoyés par divers services, principalement par les chemins de fer, par l'aviation (huiles de ricin).

Le laboratoire a analysé, en outre, pour le service des Travaux publics, 30 échantillons de peintures, 12 échantillons de pétroles et essences.



Principales productions minières de l'Indochine en 1929.

Enfin, il exécute des analyses diverses : cordages, acides, engrais, verres, etc.

Voir : l'*Industrie minière indochinoise*, Bull. Eco. Rev. Scientifique, 14 mars 1931.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e). *Le Gérant* : M. HÉDAN.

BULLETIN ÉCONOMIQUE

L'Enseignement professionnel indigène à Madagascar

Parmi les progrès de tous ordres réalisés à Madagascar depuis trente ans, le remarquable développement de l'enseignement indigène constitue l'un des témoignages les plus éclatants de notre action civilisatrice dans ce pays. Il est, en effet, peu de Colonies françaises et étrangères où l'œuvre scolaire ait été l'objet d'un effort comparable à celui qui, depuis l'administration de Galliéni, se poursuit dans la grande Ile, avec une parfaite continuité de vues, pour l'éducation et l'instruction des jeunes générations malgaches. Quelques chiffres permettront d'en mesurer toute l'ampleur : les dépenses du Service de l'Instruction publique qui étaient de 370.000 francs en 1900 et de 950.000 francs en 1910, s'inscrivent, en 1931, pour 21 millions de francs dans le Budget de la Colonie; le nombre des établissements officiels d'enseignement est passé de 450 en 1910 à 912 en 1930 et le chiffre de la population scolaire qui était, il y a vingt ans, de 25.000 élèves, dépasse aujourd'hui 110.000, — nombre auquel il convient d'ajouter 85.000 enfants élevés et instruits dans les jardins et écoles des missions religieuses.

La politique suivie à Madagascar en matière d'enseignement indigène tend à distribuer à cette jeunesse une instruction appropriée aux conditions particulières du milieu dans lequel elle est normalement appelée à grandir et à vivre; c'est dire que l'on s'est gardé soigneusement d'introduire, sans de profondes modifications, dans les écoles malgaches des divers degrés, les programmes élaborés pour les établissements d'instruction métropolitains. Sans doute, l'accès des deux lycées européens de Tananarive demeure-t-il ouvert aux jeunes malgaches désireux de poursuivre, dans les mêmes conditions que leurs camarades d'origine française, leurs études secondaires; mais cet enseignement n'est donné qu'aux jeunes gens les mieux doués et qui se sont révélés vraiment aptes à s'assimiler la culture et la mentalité européenne.

L'organisation de l'enseignement indigène proprement dit qui comprend des écoles du 1er, du 2e et du 3e degrés, réserve, dans les programmes en usage dans tous ces établissements une large place à l'enseignement des connaissances pratiques et directement utiles à l'exercice d'un métier.

Les écoles du 1er degré dont le nombre s'accroît d'année en année et atteint aujourd'hui 782, sont, pour la plupart des écoles rurales; leur personnel enseignant comprend environ 1100 instituteurs et institutrices indigènes; on compte en moyenne, 120 élèves des deux sexes par école. Les écoliers sont initiés aux rudiments de notre langue, au calcul, aux notions élémentaires de la géographie locale; mais on s'attache avant tout à entretenir en eux le goût des choses de la terre et à les intéresser aux méthodes agricoles nouvelles; un jardin, annexé à chaque école, permet d'assurer un caractère vivant, attrayant et pratique à cette étude. L'enseignement du 1er degré comprend, en outre, dans certaines écoles, une sorte de préapprentissage des métiers du bois et du fer; trente-quatre de ces écoles sont pourvues, à cet effet, d'un atelier, dit « atelier provincial », où les élèves manifestant des dispositions pour les travaux manuels, — se familiarisent avec le maniement des outils usuels. L'instruction pratique des filles porte sur les soins ménagers et l'apprentissage des petites industries féminines locales (broderie, dentelles, vannerie, sparterie).

Dans les écoles du 2e degré ou écoles régionales, au nombre de 15, l'enseignement est donné par un personnel européen d'instituteurs et de contremaîtres, assistés de moniteurs indigènes. Réparties entre les principales régions économiques de l'Ile, elles donnent à leurs élèves, recrutés par voie de concours dans les meilleurs éléments des écoles du 1er degré, une instruction générale un peu plus poussée et une connaissance plus complète de la langue française; mais leur principal objectif est la formation de bons ouvriers spécialisés, d'agriculteurs et d'employés de commerce qualifiés et la préparation aux

Les brodeuses à l'Ecole ménagère

études d'un niveau plus élevé que les meilleurs élèves iront poursuivre, à Tananarive, dans les établissements d'enseignement indigène du 3e degré.

Chaque école régionale comporte donc, à côté des classes d'instruction générale, une ou plusieurs sous-sections industrielles et agricoles où l'enseignement professionnel est donné dans les conditions les plus satisfaisantes; à leur sortie de l'école régionale, les élèves spécialisés dans les travaux du bois ou du fer, complètent leur instruction pratique soit dans les ateliers d'une entreprise privée, soit enfin dans les sections spéciales d'application instituées auprès de chaque école régionale. A Marovanse-

tra et à Vatomandry, ces sections forment d'excellents charpentiers de marine; à Fianarantsoa, une section de l'Ecole régionale est spécialisée dans la préparation aux métiers de maçon et de tailleur de pierre.

L'Ecole industrielle de Tananarive

Les sections agricoles des écoles du 2e degré assurent sous la direction de contremaîtres sortant des écoles d'agriculture, l'exploitation rationnelle du domaine rural annexé à chaque école et où d'importantes superficies sont consacrées aux principales productions agricoles de la région, à l'élevage et à la sylviculture.

Enfin, à l'Ecole régionale de Majunga est adjointe une section commerciale, créée sur la demande et avec le concours de la Chambre de Commerce de cette ville; les élèves de cette section y apprennent la comptabilité, la sténo-dactylographie et les éléments du droit commercial. Quant à l'enseignement féminin du 2e degré, il comporte, à côté des sections d'instruction générale préparatoires à l'emploi d'institutrices, des écoles ménagères et des cours de préparation au concours d'admission à l'Ecole des sages-femmes de Tananarive.

L'effectif scolaire des établissements du 2e degré s'élevait, en 1930, au chiffre de 854 jeunes gens et 216 jeunes filles; il n'est pas sans intérêt de signaler que le nombre des élèves des sections professionnelles de ces écoles (agriculture, industrie et commerce) est en progression marquée et atteint aujourd'hui plus de 500.

L'enseignement du 3e degré est, en ce qui concerne la préparation aux professions industrielles, assuré par l'Ecole Industrielle de Tananarive, important établissement dont le bel aménagement matériel et l'outillage mécanique moderne permettent aux techniciens de choix qui en forment le personnel enseignant, de préparer, — pour les diverses branches de l'activité industrielle locale, une véritable élite de praticiens indigènes : ajusteurs, tourneurs, mécaniciens, électriciens, menuisiers, ébénistes possèdant la maîtrise de leur métier et dont les services sont vivement recherchés par les Services Publics et les entreprises privées de la Colonie.

Nous ne saurions terminer ce rapide exposé de l'œuvre accomplie à Madagascar en matière d'enseignement professionnel indigène sans mentionner l'intéressant effort qui vient d'être tenté, avec le plus vif succès, pour rénover les vieilles industries d'art malgache : tressage des tapis, nattes, « rabanes », marquetterie, poterie, sculpture sur bois, dont les traditions tendaient à se perdre et que la création récente à Tananarive des Ateliers d'Art Appliqué vient de remettre en honneur : les visiteurs de l'Exposition Coloniale de Vincennes pourront apprécier, parmi les riches collections de toutes sortes réunies dans le pavillon de Madagascar, les créations les plus remarquables et les plus originales de cet artisanat.

Le Service vétérinaire de l'Union ovine de France

L'Union Ovine de France a créé au Laboratoire National de Recherches à Alfort un service vétérinaire spécialisé dans l'étude des maladies du mouton.

Ce service est mis gratuitement à la disposition de tous les éleveurs de moutons appartenant aux Syndicats affiliés à l'Union Ovine pour leur donner tous les conseils utiles en ce qui concerne les maladies dont leurs troupeaux peuvent être frappés et le traitement qu'il y aurait lieu d'appliquer.

Dans l'intérêt de tous et pour que ce service fasse un travail efficace, il est nécessaire qu'une collaboration étroite existe entre les éleveurs et les vétérinaires de l'Union Ovine de France.

En matière de pathologie ovine, les recherches ne seront, en effet, fructueuses que si elles portent sur un grand nombre de cas. Aussi les éleveurs devront-ils se mettre en relations suivies avec ce service et lui fournir le plus de renseignements possibles sur les maladies observées et sur les résultats des traitements appliqués.

L'examen de tous ces renseignements groupés au Laboratoire sera le seul moyen d'avoir une vue d'ensemble permettant des recherches utiles dont les éleveurs seront les premiers à bénéficier.

Les éleveurs sont donc informés qu'ils peuvent s'adresser, sans aucun engagement, au Laboratoire Vétérinaire de l'Union Ovine de France, et lui faire parvenir soit des prélèvements faits sur les animaux malades, soit même des animaux.

Adresser toute la correspondance à M. le Chef du Laboratoire Vétérinaire de l'Union Ovine de France, au Laboratoire National de Recherches, à Alfort (Seine).

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e). — *Le Gérant :* M. HÉBAN.

BULLETIN ÉCONOMIQUE

Le Service d'Exploitation industrielle des Tabacs

Acquérir aux meilleures conditions des matières premières d'excellente qualité, fabriquer de la manière la plus économique et la plus parfaite, rénover le matériel pour le maintenir à la hauteur du progrès, activer la vente par une présentation impeccable et une publicité habile, intéresser par des primes appropriés, les participants aux résultats de l'entreprise, ne pas négliger le bien-être des travailleurs grâce à une série d'institutions en leur faveur, telles sont les directives dont se sont inspirés les Conseils qui dirigent le S.E.I.T. (1).

Une série de réformes ont été entreprises qui s'inspirent de ces principes généraux. Nous passerons successivement en revue les principales et nous les classerons en trois catégories suivant qu'elles ont trait à l'une ou l'autre des trois divisions de cette industrie : 1° achat de tabacs en feuilles; 2° fabrication; 3° vente.

Les feuilles de tabac, matières premières essentielles de cette industrie, peuvent être classées d'après leur origine en trois catégories : les tabacs exotiques, qui proviennent des Etats-Unis (Etats de Kentucky, Maryland, Virginie), des Indes Néerlandaisses (Java et Sumatra) et d'autres pays divers; les tabacs coloniaux (principalement algériens); les tabacs indigènes.

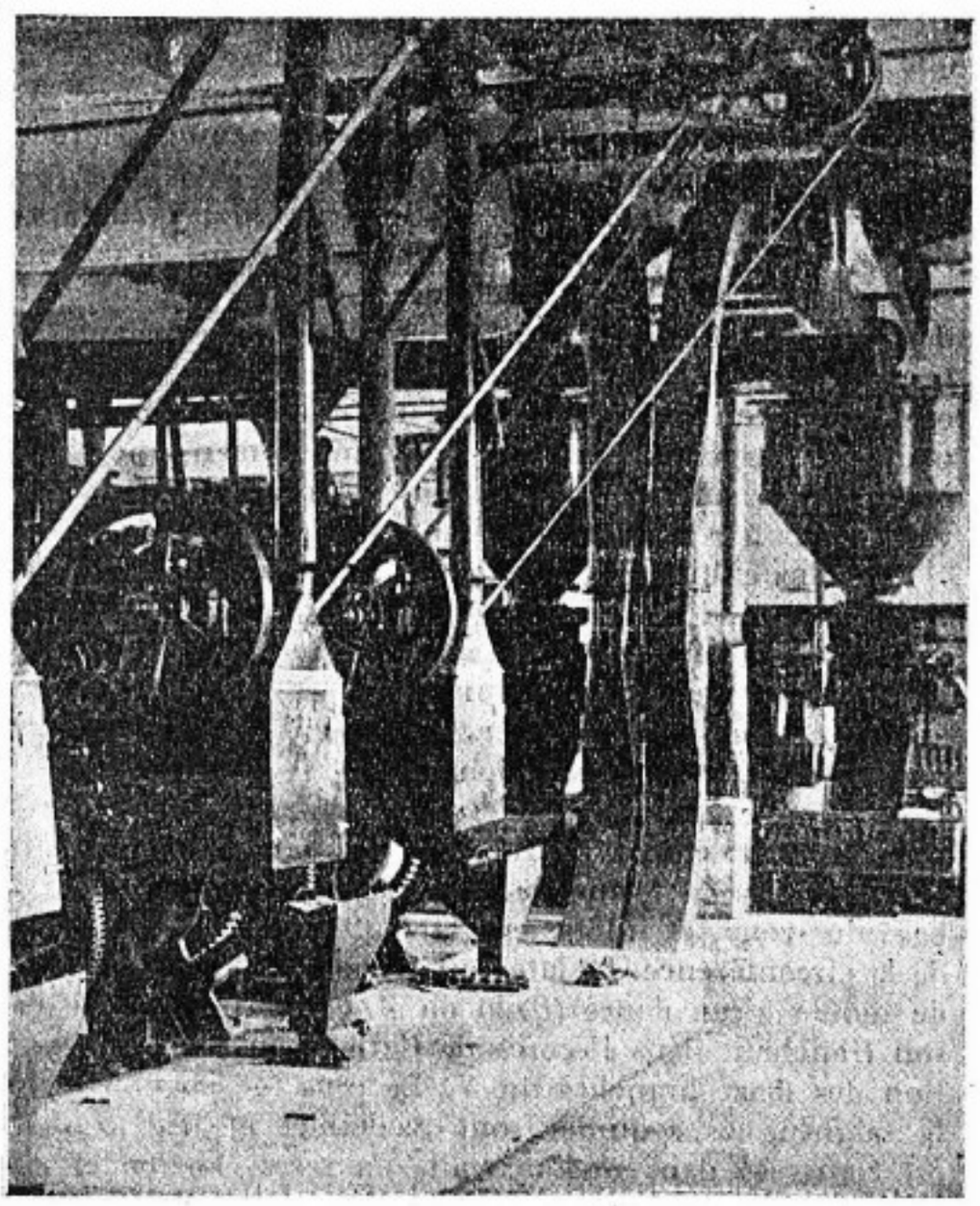
Le S.E.I.T. s'est constamment appliqué à diminuer ses achats à l'étranger. Il ne saurait, évidemment être question de supprimer complètement ces derniers; certaines variétés de tabacs américains, le Kentucky, par exemple, qui donne au Caporal un goût universellement apprécié, sont irremplaçables. L'achat des tabacs exotiques est confié à des missions formées d'ingénieurs spécialisés qui se rendent, soit dans les pays de production, soit dans les villes où se tiennent les marchés de tabacs exotiques, et y jouissent de la plus grande liberté d'action. Ils peuvent acquérir les tabacs aux meilleures conditions sans être gênés par les règles étroites d'une comptabilité administrative, et, dans la pratique, la Régie française se procure à des conditions exceptionnellement favorables les tabacs étrangers dont elle a besoin.

Pour ce qui concerne les tabacs coloniaux, un gros effort a été fait depuis la guerre. Le S.E.I.T. achète une partie appréciable de la production algérienne; le surplus des tabacs algériens est d'ailleurs utilisé par les fabriques locales ou vendu sur les marchés extérieurs.

Une mission, composée d'agents de la Régie, est installée à Madagascar et s'efforce d'améliorer et de développer la culture du tabac dans l'île. Elle est parvenue à des résultats dignes d'être remarqués, puisque la quantité de tabacs de Madagascar employés par la Régie est passée de 1.285.000 kgr. à 2.585.000 kgr. en 1930.

Mais c'est surtout dans le domaine de la culture indigène que le S.E.I.T. a heureusement innové depuis ces dernières années. La culture indigène se pratique dans le Sud-Ouest, le Nord, l'Est et l'Alsace. Elle constitue une ressource appréciable pour l'économie nationale, puisque la valeur totale des tabacs indigènes achetés par la Régie atteint près de 250 millions par an. Le S.E.I.T. apporte d'ailleurs tous ses soins à améliorer la production. Un Institut de culture expérimentale a été créé à Bergerac et des cours d'enseignement technique sont donnés aux agents des services de la culture. Des primes de diverse nature ont été instituées pour intéresser les planteurs à la production de tabacs de qualité et les détourner du seul souci du rendement en poids qui les incitait à fournir des tabacs grossiers et trop fortement charpentés.

La fixation du prix d'achat, question éminemment délicate pour un Monopole, puisque la loi de l'offre et de la demande ne peut évidemment jouer librement, soulève des difficultés sérieuses. L'Administration s'est toujours efforcée d'assurer aux planteurs une rémunération équitable, basée sur la valeur réelle de leur production, d'après les cours mondiaux de tabacs analogues, majorée d'une prime de protection élevée. C'est à une Commission composée de six représentants de l'Administration, de six représentants des planteurs, présidée par un membre du Conseil national Economique, dite Commission paritaire, qu'a été confiée la mission de fixer chaque année le prix de base d'achat de la récolte.



La fabrication des cigarettes à la Manufacture d'Issy-les-Moulineaux : salle de hachoirs pour tabacs d'Orient.

Enfin, pour soutenir la culture indigène et l'aider pen-

(1) Voir Bulletin Economique, *Revue Scientifique*, 9 mai 1931.

dant les périodes défavorables, une caisse de réassurance des planteurs a été organisée par la loi du 6 janvier 1929.

Telles sont les principales mesures qu'a prises le S.E.I.T. pour favoriser le développement de la culture indigène et améliorer la qualité des tabacs produits. Il nous reste à voir maintenant celles qu'il a adoptées pour perfectionner ses fabrications et leur permettre de suivre l'allure des ventes ainsi que les procédés qu'il a mis en œuvre pour développer dans le public le goût du tabac. Cet exposé fera l'objet d'un prochain article.

La Laque en Indochine

Régions productrices. — La laque (qu'il faut se garder de confondre avec la gomme-laque ou sticklac) est produite en Indochine par trois arbres de la famille des Anacardiacées, le *Rhus succedanea* var. *Dumoutieri* au Tonkin et dans le Nord-Annam, et les *Melanorrhœa laccifera* et *usitata*, au Cambodge et au Laos. Le premier seul est l'objet d'une culture régulière centralisée dans la province de Phu tho, au Tonkin, et s'étendant sur certaines parties des provinces voisines de Vinh yen, Tuyen quang et Yen bay.

Culture au Tonkin. — Le *Rhus succedanea* var. *Dumoutieri* est un petit arbre pouvant atteindre 8 à 10 mètres à l'état sauvage, mais ne dépassant guère 3 ou 4 mètres en plantation, en raison des fréquentes saignées auxquelles il est soumis. Jusqu'ici, la culture du laquier n'est pratiquée que par les indigènes, sur des terres alluvionnaires anciennes, de nature siliceuse et en terrain mamelonné. La propagation se fait par semis direct en septembre. Débroussaillé au préalable, le terrain est retourné à la houe, des trous de 10 centimètres de profondeur sont creusés en lignes, avec un espacement de 2 mètres à 2 m. 50 en tous sens. Chaque trou reçoit quelques graines provenant de la dernière fructification, puis est rempli avec un mélange de terre et de fumier de buffle. Les jeunes tiges apparaissent en novembre. En avril suivant, on enlève la plupart des plants, n'en gardant que trois par trou; enfin, en juillet, on ne laisse subsister que le plus robuste, les autre pouvant servir à remplacer les manquants.

Les soins culturaux consistent en deux sarclages annuels, l'un en avril, l'autre en octobre, avec fumure de fumier de buffle pendant les trois premières années. Au bout d'un an, l'arbuste mesure environ 0 m. 80, 1 m. 20 à deux ans, et atteint 2 m. au cours de la troisième année, époque où il entre en production.

Récolte du latex. — On commence alors à le saigner, travail généralement confié aux femmes et aux enfants. Les incisions en forme de V sont faites en partant de la base du tronc, et intéressent la moitié ou les trois quarts de la circonférence. Le latex est recueilli dans une coquille de moule d'eau douce (*Unio* ou *Anodonta*), enfoncée par son tranchant dans l'écorce de l'arbre, au point de jonction des deux branches du V. Le plus tôt possible après la saignée, les coquilles sont recueillies et leur contenu est transvasé dans une marmite en terre. Le lendemain, la première incision est ravivée, puis de nouvelles incisions sont pratiqués successivement en remontant le long du tronc. C'est vers quatre ou cinq heures du matin en été et un peu plus tard en hiver que l'on procède à cette opération. La saignée se poursuit pendant toute l'année sauf les jours de pluie. On évite autant que possible de récolter en temps de pluie, car le latex qui contient plus de 30 à 32 o/o d'eau ne donne qu'une laque de médiocre qualité.

Dès l'âge de six ou sept ans le laquier est épuisé, et la plantation doit être renouvelée, de sorte que l'exploitation n'est rénumératrice que pendant trois ou quatre ans. Les vieux arbres sont arrachés et servent de bois de chauffage. On ne saigne pas les arbres réservés comme porte-graines.

Traitement du latex. — Le latex doit être placé, aussitôt après la récolte, à l'abri de l'air et de la lumière, sous l'influence desquels il s'oxyderait rapidement. A cet effet, il est versé dans des paniers laqués, absolument imperméables, recouverts d'un papier de fabrication indigène imprégné d'un mélange de laque et d'huile de *Garcinia*. Dans ces conditions et après un repos prolongé, les différents éléments constituant le latex se séparent, suivant leur densité relative, en cinq couches que les indigènes distinguent sous des noms spéciaux qui sont, en partant de la couche supérieure : *Son mat giau*, *Son nhat*, *Son nhi*, *Son thit*, ou *Son gan* et *Nuoc thiec*. Les trois premières couches constituent exclusivement la laque marchande. Les deux couches inférieures sont utilisées, en mélange avec de la sciure de bois, pour la préparation de mastics servant au calfatage des barques, etc...

Rendement. — On admet généralement qu'un laquier peut donner annuellement 350 à 400 grammes de laque. Comme les plantations comportent environ 1.600 arbres à l'hectare, le rendement de cette superficie peut être évalué de 560 à 640 kilos. Les parcelles complantées par les indigènes n'excèdent guère 15 ou 20 ares par famille.

Production. — On manque de renseignements quelque peu précis sur l'étendue des superficies cultivées en laquiers, et par conséquent sur la production totale de la laque du Tonkin. En 1926, Crevost (*Cat. des produits de l'Indochine*, IV, p. 125) n'évaluait pas cette production à plus de 600 tonnes, mais actuellement elle est certainement très supérieure à ce chiffre, puisque les seules exportations ont atteint plus de 1.100 tonnes en 1929.

La laque du Cambodge et du Laos. — On a signalé au Cambodge une variété du *Rhus succedanea*, mais elle ne paraît pas y être exploitée pour la production de la laque. La laque de ce pays est produite par un arbre de grande taille, *Melanorrhœa laccifera*, le Kroeul des Cambodgiens, qui existe aussi en Cochinchine où il est connu sous les noms indigènes de *Son dao* et *Suong tien*; son bois, très apprécié en ébénisterie, est connu dans le commerce sous les noms de laquier, acajou à laque et bois jonquille. Les indigènes tirent de son tronc, par incision, un latex qu'ils recueillent dans des entrenœuds de bambou et qui fournit une laque, appelée *moreak* en cambodgien. Cette laque est employée sur place aux mêmes usages que l'est au Tonkin celle du *Rhus succedanea*, mais ne semble donner lieu à aucune exportation. Il en est de même de la laque du Laos (*Nam kieng*) fournie par une autre espèce de *Melanorrhœa* (*M. usitata*) plus spécialement exploitée en Birmanie.

Usages. — La laque constitue un vernis naturel idéal, à la fois très dur et très souple, pouvant s'employer sur bois, sur métal, sur carton, papier, toile, cuir, etc... En France, on l'emploie notamment pour le vernissage des hélices d'avions des meubles de luxe et de certains objets de bijouterie et d'orfèvrerie. Comme c'est un produit très toxique, son emploi nécessite certaines précautions, ainsi qu'une technique très spéciale, dans les détails de laquelle il est impossible d'entrer ici.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e). *Le Gérant :* M. HÉDAN.

BULLETIN ÉCONOMIQUE

Le Service d'Exploitation industrielle des Tabacs

Dans un précédent article (1), nous avons exposé comment l'ancienne Administration des Manufactures de l'Etat s'était transformée sous des influences diverses et était devenue le Service d'Exploitation Industrielle des Tabacs, organisé suivant les conceptions les plus modernes, et dont l'actif sert de garantie aux porteurs des Bons de la Défense Nationale,

Nous avons également expliqué que l'industrie du tabac comportait trois phases essentielles :

Approvisionnement en tabacs en feuilles dont les divers modes ont été exposés,

Fabrication proprement dite des produits (cigares et cigarettes, tabacs à fumer, à priser et à mâcher),

Vente de ces produits aux consommateurs.

Ce sont ces deux dernières phases que nous allons examiner rapidement aujourd'hui.

Le Service d'Exploitation Industrielle des Tabacs fabrique dans ses diverses Manufactures des cigarettes, des cigares, des scaferlatis, du tabac à priser, du tabac à mâcher. 60 millions de kilogr. de tabacs en feuilles ont été traités en 1930.

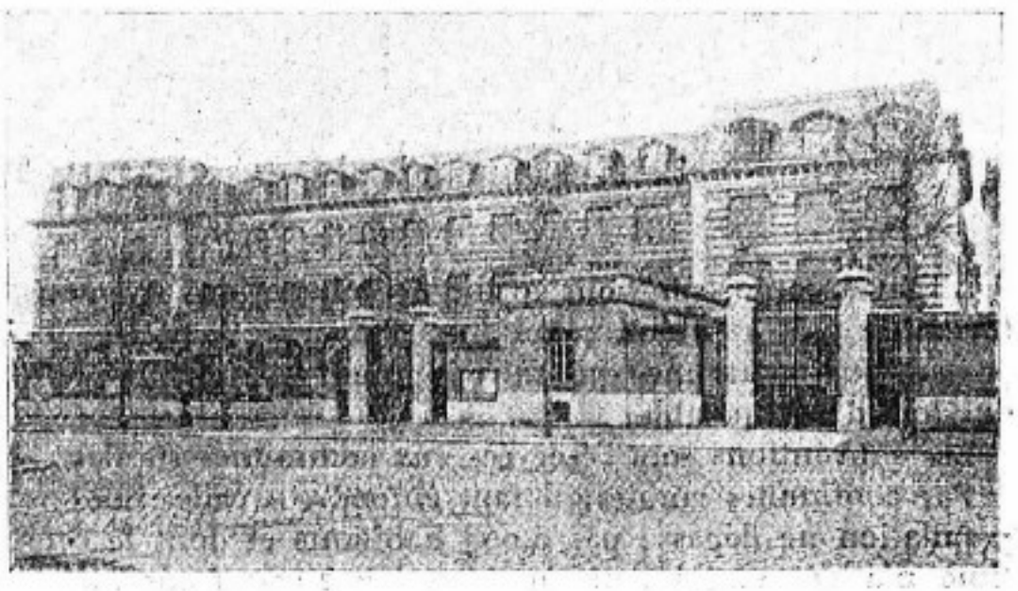
La production évolue constamment suivant les goûts et les demandes de la clientèle. C'est ainsi que depuis la guerre, les Manufactures ont été conduites à renouveler presque complètement et à modifier leur matériel, afin de produire en quantité suffisante les cigarettes toutes faites. Par une évolution très caractéristique, en effet, la majorité des fumeurs, renonçant aux habitudes d'antan, ont adopté le paquet de « Gauloises » ou la boîte de « Gitanes ». Economie de temps, agrément d'une cigarette mieux faite, et surtout supériorité d'un tabac dont chaque type a été étudié spécialement pour une cigarette déterminée, tels sont les avantages que les Français et les étrangers ont de plus en plus appréciés et qui les ont conduits à fumer une quantité de cigarettes qui s'accroît sans cesse. La consommation de cigarettes qui ne représentait, en 1913, que 8,6 o/o de l'ensemble des fabrications (en poids), atteint actuellement 30 o/o. En quantité, elle est passée de 3.800 millions d'unités en 1913, à 9.700 millions en 1926, 11.100 millions en 1927, 13.300 millions en 1928, 15.900 millions en 1929 et à près de 17 milliards 500 millions en 1930.

On comprend facilement que pour répondre à un tel développement, le Service d'Exploitation Industrielle des Tabacs ait dû faire un gros effort afin de compléter et moderniser son outillage. Toutes les transformations nécessaires ont été réalisées et les Manufactures ont été constamment en mesure de satisfaire les demandes des consommateurs. Elles possèdent maintenant, pour la confection des cigarettes, les machines les plus modernes qui débitent plus de 50.000 unités à l'heure ; en outre, des machines à paqueter ces cigarettes en assurent la mise en boîte rapide, des installations perfectionnées pour le transport pneumatique des tabacs torréfiés évitent les manutentions et la production de déchets, bref, aucun des perfectionnements connus et appliqués dans les usines étrangères ne fait actuellement défaut aux Manufactures françaises.

Mais il ne suffisait pas de donner aux Manufactures un outillage moderne. Le Conseil d'administration du Service d'Exploitation Industrielle des Tabacs a compris qu'il devait transformer et agrandir les bâtiments, parfois vétustes, de ses usines. D'importants travaux d'extension et de réfection sont en cours à Bordeaux, Châteauroux, Riom, Morlaix, Nantes, Orléans, Lille. En 1929, une nouvelle Manufacture, dont la photographie illustre cet article, a été mise en service à Lyon. Conçue en prévision d'une grosse production, elle a été dotée des perfectionnements les plus récents, et constitue une usine modèle, tant au point de vue de l'aspect extérieur et du confort des ateliers qu'à celui de la perfection des machines en service.

L'effort de modernisation qui s'est exercé dans le domaine de la fabrication a été accompagné d'un effort analogue dans le domains de la vente.

La question de la vente se pose d'une manière spéciale pour une industrie qui, comme celle des tabacs, constitue un monopole. N'ayant pas de concurrents à vaincre, le



Manufacture des Tabacs de Lyon.

Service d'Exploitation Industrielle des Tabacs ne doit pas tant s'efforcer d'inciter le public à préférer ses produits à des produits similaires que de développer le goût du tabac et de déplacer la consommation vers des types supérieurs dont la vente procure à la Caisse Autonome un bénéfice plus élevé. La publicité ne permettrait pas, seule, d'atteindre ce résultat ; il faut encore qu'à chaque augmentation dans l'échelle des prix correspondent une meilleure qualité et une présentation plus parfaite. Le succès des cigarettes « Gitanes », véritablement prodigieux, puisque depuis quatre ans, la consommation a plus que décuplé, n'a précisément été possible que parce que le soin apporté à leur fabrication et à leur présentation marchaient de pair avec la publicité dont cette marque a bénéficié.

Chaque année le Service d'Exploitation Industrielle des Tabacs crée de nouveaux types de cigares et de cigarettes. Parmi les produits les plus récents, nous citerons les cigares « Dilettantes », cigares légers à base de tabac de Havane, et les cigarettes « Balto », à goût américain, qui ont rencontré, dès leur mise en vente, un accueil empressé auprès des consommateurs. Les modèles de boîtages sont

(1) Voir Bulletin économique, *Revue Scientifique*, 9 mai et 13 juin 1931.

renouvelés très fréquemment, et sont toujours d'une note moderne sans excès. La mise en vente de cigares et de cigarettes dans des coffrets de grand luxe en bois précieux des colonies est une initiative très heureuse étant donné la valeur et le caractère artistique de ces présentations.

Un effort considérable a été fait pour renseigner la clientèle sur la production du Service d'Exploitation Industrielle des Tabacs, l'intéresser aux efforts de cette Administration moderne et établir comme une communion intime entre les services producteurs et les consommateurs. Le Sercice d'Exploitation Industrielle des Tabacs accueille bien volontiers toutes les critiques et tous les conseils qui lui sont adressés sur ses produits; il n'a garde d'omettre d'y répondre. Vous ne pouvez ouvrir un journal, un livre, une revue, vous ne pouvez parcourir les rues d'une ville, si petite soit-elle, vous n'entrez plus dans une salle de spectacle sans que les « Gitanes », les « Diplomates », les « Primerose » et même les démocratiques « Gauloises » vous rappellent en termes saisissants, leur existence et leurs qualités. Chacun de nous a, présente à l'esprit, l'image d'une Gitane au sourire provocant, dernière production d'un maître dans l'art de l'affiche. Il n'y a guère de foires en France où le Stand de la Régie ne soit en bonne place, souvent le plus visité; et même à l'étranger, la Régie sait prouver, que quoique industrie d'Etat, elle n'a rien à envier aux industries privées, puisque ses productions lui valent presque toujours la suprême récompense.

Dans le domaine de l'organisation de la vente proprement dite, des innovations heureuses ont été également réalisées. Un système de crédit largement ouvert aux débitants leur permet de ne payer les produits qu'après qu'ils ont été vendus; ils évitent ainsi d'avoir à débourser des sommes importantes et n'ont plus aucun motif sérieux d'hésiter à constituer un approvisionnement plus varié.

D'autres mesures ont été prises pour intéresser davantage les organes chargés de la vente à la progression des recettes : facilités d'approvisionnement pour des quantités minimes, échange des produits de vente difficiles, documentation fréquente et périodique. Des agents du Service d'Exploitation Industrielle des Tabacs visitent régulièrement les débitants, les renseignent, les conseillent et recueillent les observations du public.

Les résultats obtenus jusqu'ici constituent le meilleur des encouragements, puisque le produit des ventes qui n'était que de 542 millions de francs, en 1913, a atteint près de 4 milliards 800 millions en 1930. Une somme de plus de 3.600 millions a été mise à la disposition de la Caisse Autonome d'Amortissement. Ces chiffres plaident la cause du Monopole mieux que tous les arguments abstraits qu'on pourrait invoquer pour ou contre cet organisme. D'ailleurs, le monopole des Tabacs paraît avoir conquis l'estime de tous. Il faut savoir gré de ces résultats au Conseil d'administration de la Caisse Autonome qui, ayant reçu la charge d'un organisme considérable, a su lui insuffler une vigueur nouvelle et, par des améliorations progressives et méthodiques, lui assurer le meilleur rendement dont profite l'œuvre d'amortissement qui en demeure, en dernière analyse, le but essentiel.

L'Eau potable dans les Communes rurales

L'Etat accorde, soit sous forme de subvention, soit sous forme de prêt à intérêt réduit, un concours financier important aux communes qui entreprennent des travaux d'adduction d'eau potable.

Les subventions sont réservées aux communes rurales.

Par communes rurales, il faut entendre « celles dont la population ne dépasse pas 5.000 habitants et dont le centime n'a pas une valeur supérieure à 1.000 francs. »

Les communes dont la population dépasse 5.000 habitants et qui ont cependant des sections rurales ne peuvent pas bénéficier pour ces sections de subventions.

Par contre, le bénéfice des prêts à intérêt réduit, qui avait été restreint, en 1929, aux seules communes rurales, a été, depuis 1930, étendu aux petites villes en ce qui concerne les secteurs ruraux de ces villes.

Les communes suburbaines ayant moins de 5.000 habitants et un centime inférieur à 1.000 francs, peuvent recourir aux avantages ci-dessus indiqués (subvention et prêt).

Les fonds sur lesquels sont prélevées les subventions proviennent du Pari Mutuel, du produit des Jeux et de crédits budgétaires. Ils sont répartis par une Commission spéciale siégeant au Ministère de l'Agriculture.

I. **Comment obtenir une subvention pour l'adduction d'eau potable.** — Une commune qui désire obtenir une subvention doit remplir un certain nombre de formalités.

Disons tout de suite qu'elle est libre de s'adresser à un technicien de son choix, pour faire établir l'avant-projet et le projet définitif des travaux d'adduction d'eau potable. Le technicien choisi peut être soit un Ingénieur d'un service public (Ingénieur des Ponts et Chaussées ou du Génie Rural), soit un ingénieur hydraulicien libre.

La gratuité de l'étude, même partielle, d'une projet d'adduction d'eau par l'Administration, ne pourra être accordées qu'à certaines communes et dans la limite des crédits disponibles. Aucune règle, très précise nest fixée. Chaque demande sera donc soumise à l'appréciation du Ministre de l'Agriculture.

Cette faveur dont l'octroi exigera, naturellement, un délai assez long, ne constituera, d'ailleurs, pour les communes qu'une faible économie, puisque les honoraires des techniciens entrent en ligne de compte dans le calcul de la subvention qui est allouée pour l'exécution du projet, et cette subvention peut atteindre, pour les petites communes, 80 o/o du montant du devis.

Dès le vote de principe des travaux, le maire doit écrire au préfet pour lui demander de désigner un géologue qui étudiera le meilleur point de captage de l'eau, et le débit probable; puis, soit par l'intermédiaire du Préfet, soit directement, le Maire se mettra en rapport avec un analyste qui examinera l'eau captée au point de vue chimique et bactériologique; il indiquera si elle est propre à la consommation et fixera, le cas échéant, les moyens de la rendre telle.

(*A suivre*).

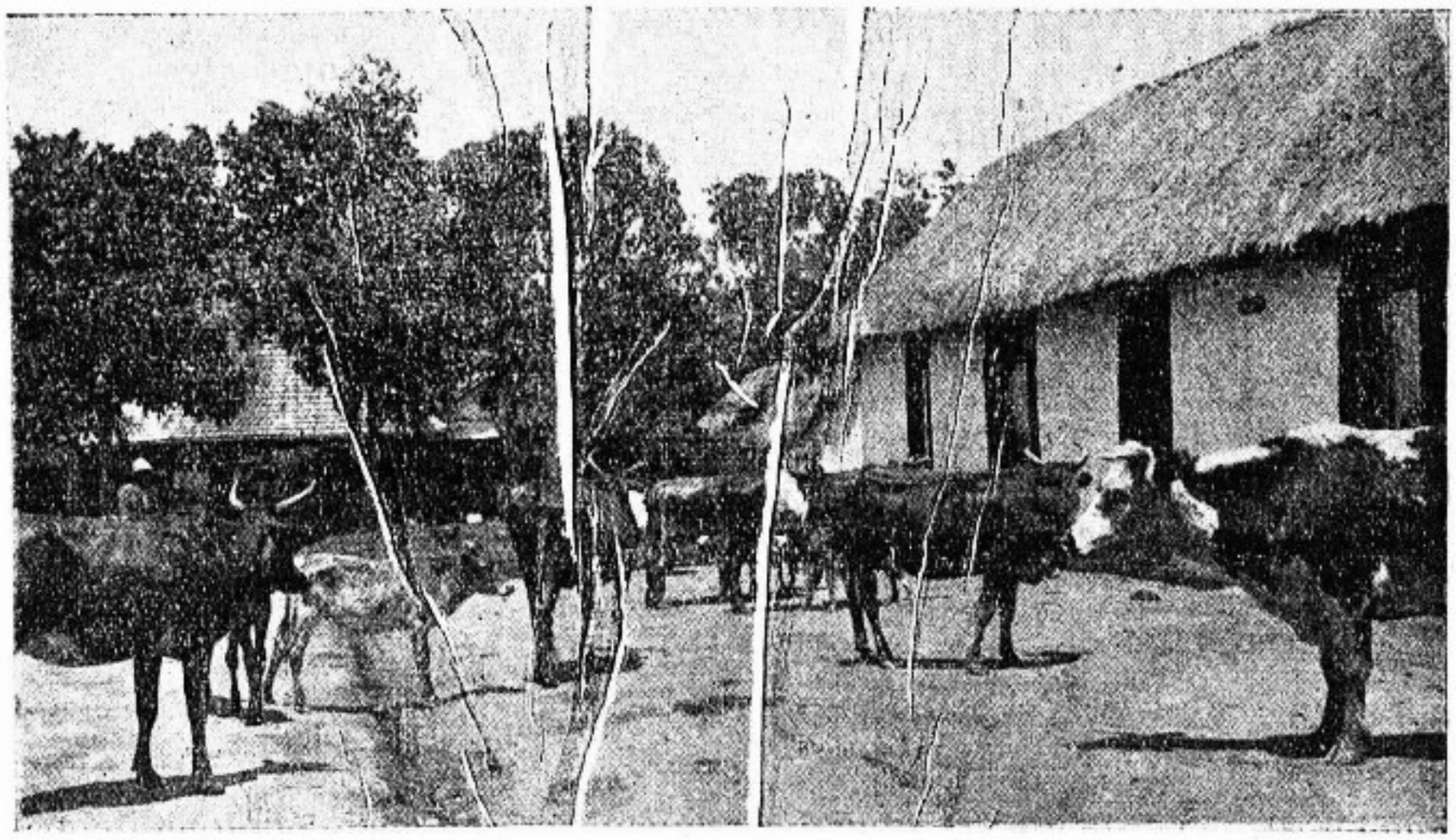
Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

L'Elevage du Bœuf à Madagascar

Sur la tour monumentale qui domine la masse nord du Palais de Madagascar à l'Exposition de Vincennes, quatre têtes colossales de zébus évoquent, en un gigantesque trophée, la richesse du troupeau malgache et les sacrifices rituels de bœufs que de lointaines traditions ethniques associent aux solennités familiales du culte des ancêtres et à toutes les grandes manifestations sociales et religieuses de la vie indigène. Nous ne retiendrons ici que la signification économique de l'original motif d'architecture qui couronne la « Tour des Bucrânes » et symbolise très heureusement pas ses impressionnantes proportions, l'étendue encore imparfaitement mesurée, des ressources pastorales de l'Ile Rouge. Il est, en effet, malaisé, dans ce pays d'élevage largement extensif, de dresser un inventaire précis de cette fortune vivante et mobile ; si les derniers recensements officiels évaluent à 7 millions de têtes l'effectif de cet énorme troupeau, on s'accorde cependant, d'une manière générale, à regarder ce nombre comme inférieur à la réalité et à penser que Madagascar ne nourrit pas moins d'une dizaine de millions de bœufs, chiffre par lequel notre grande Possession Australe se classe au rang du Canada et de l'Union Sud-Africaine parmi les principaux pays d'élevage bovin du globe.



Bœufs malgaches.

Un certain ralentissement paraît toutefois se manifester, depuis peu d'années, dans le rythme d'accroissement annuel de cet imposant cheptel, et il semble que celui-ci ait aujourd'hui tendance à demeurer stationnaire sinon même à regresser quelque peu. Il est, en effet, vraisemblable que les mouvements anormaux de hausse enregistrés dans le prix des cuirs entre 1923 et 1929 et certaines erreurs fiscales (qui ont pu être heureusement redressées par la suite), ont provoqué des abatages prématurés et trop nombreux. Nous assistons, d'autre part, dans cette Colonie en constante évolution, à un développement continu de la mise en culture des terres exploitables, développement dont on ne peut que se réjouir au point de vue de l'intérêt économique général, mais qui se poursuit insensiblement aux dépens de la superficie des pâturages naturels, les seuls qui, en l'état actuel des méthodes indigènes d'élevage, assurent assez médiocrement d'ailleurs, la subsistance du gros bétail. Il y a dans cette extension progressive des surfaces cultivées, une menace grandissante pour l'industrie pastorale indigène qui devra, de toute nécessité, renoncer à ses procédés primitifs et passer de l'élevage extensif au stade moderne de l'élevage intensif et rationnel. Le Gouvernement de la Colonie se préoccupe activement des moyens d'assurer cette indispensable évolution ; il a prévu à cet effet, la création et l'aménagement de réserves territoriales de vaste étendue ou cantonnements d'élevage, qui seront le domaine propre et exclusif des troupeaux et à l'intérieur desquels il deviendra enfin possible de constituer et d'organiser, — comme on l'a déjà fait avec un plein succès pour la petite propriété agricole malgache, — la propriété du fonds pastoral indigène, base de toute amélioration sérieuse et durable des conditions d'existence du bétail.

Le procédé qui consiste à incendier, ainsi que le font régulièrement les éleveurs indigènes, la steppe ou la prairie avant le retour de la saison des pluies pour en faire disparaître momentanément les herbes hautes et dures dont le bœuf ne peut se nourrir, appauvrit inconsidérément les pâturages en empêchant la propagation des graminées comestibles, sans parvenir, du reste, à détruire complètement le « wire-grass » aux herbes inalibiles dont ces feux périodiques facilitent et activent au contraire la végétation. Aussi longtemps que ces pâturages constitueront un bien sans maître, le régime d'incendies auquel sont soumises les prairies, risque de persister avec toutes

ses désastreuses conséquences, l'indigène n'étant pas suffisamment intéressé à la conservation et à l'amélioration d'un bien dont il partage l'usage avec d'autres possesseurs de troupeaux. L'instauration de droits de propriété sur ces terrains de pacage est, de l'avis de tous ceux qui se sont spécialisés dans l'étude du problème de l'élevage à Madagascar, le moyen le plus sûr d'amener les éleveurs malgaches à ménager leurs pâturages et d'en accroître la valeur par une utilisation rationnelle.

La création de réserves d'élevage, qui constitue un pas décisif dans cette voie, va permettre, d'autre part, en localisant les troupeaux, de faciliter et de rendre sensiblement plus efficaces les mesures d'hygiène et de prophylaxie à l'application desquelles le service vétérinaire de la Colonie a déjà consacré, non sans succès, les plus méritoires efforts. C'est ainsi que le charbon bactéridien, naguère si redouté des éleveurs malgaches, a pu être, grâce aux centaines de milliers de vaccinations pratiquées chaque année dans la brousse, à peu près complètement et définitivement écarté de Madagascar. S'il n'en est pas encore ainsi pour la tuberculose bovine, — qui sévit principalement dans les régions du sud, — c'est que la vaccination préventive par le B.C.G., qui doit être renouvelée plusieurs mois après la première inoculation, — exige pour être utilement pratiquée, une observation suivie des jeunes animaux vaccinés et leur isolement prolongé dans un milieu non contaminé, — conditions qui ne pourront être réalisées qu'après une complète transformation des méthodes pastorales actuelles. Les maladies tropicales transmises par les tiques (piroplasmoses, anaplasmoses), — n'ont eu jusqu'ici aucune influence sur le zébu malgache, qui paraît d'ailleurs immunisé de bonne heure par des atteintes bénignes de ces affections; le bétail de Madagascar est également indemne de la trypanosomiase et la Grande Ile jouit du privilège inestimable d'ignorer les ravages de ce mal si répandu dans certaines régions équatoriales et tropicales du continent africain.

Indépendamment de la lutte entreprise contre les maladies du bétail, l'amélioration des variétés locales de bœufs a, depuis longtemps, retenu l'attention et les soins du service zootechnique de la Colonie. Sans doute, le bœuf à bosse de Madagascar, depuis longtemps acclimaté dans l'île et parfaitement adapté au milieu, présente-t-il une remarquable rusticité et des qualités appréciables de résistance et de rendement en viande qui en font un bon animal de travail et de boucherie; on lui reproche, toutefois, l'exiguité de sa taille et la lenteur de sa croissance, défauts que l'on s'est surtout préoccupé jusqu'ici de corriger par des croisements avec des géniteurs de races européennes. Certains ont mis en doute l'utilité de ces métissages; il est incontestable qu'une sélection bien comprise et judicieusement pratiquée dans les troupeaux et surtout la restauration et l'enrichissement des pâturages devraient suffire à accélérer le développement du zébu en taille et en poids, son manque de précocité étant presque exclusivement imputable à la médiocre valeur fourragère de prairies dégradées par l'abus des feux de brousse.

Il n'en paraît pas moins intéressant de poursuivre, concurremment avec l'effort d'amélioration par sélection de la race existante, le métissage de celle-ci avec de bonnes races d'importation : les essais déjà effectués en ce sens à l'aide de reproducteurs des races normande, bretonne, limousine, charollaise, ont donné des résultats encourageants. Les produits de ces croisements se sont montrés nettement supérieurs aux variétés indigènes au point de vue de la lactation et constituent, dès à présent, aux environs de Tananarive et des principales agglomérations urbaines de l'Ile, une population métisse bonne laitière de 10.000 têtes, qui représente une ressource précieuse pour l'élément européen de plus en plus nombreux. L'amélioration n'est pas moins nette en ce qui concerne la robustesse, la taille, le poids et la qualité de la viande. Il est vrai que les géniteurs importés d'Europe et leur descendance pure ou métissée, s'accommodent assez mal des pâturages naturels sur lesquels le zébu parvient à trouver sa nourriture; c'est là le côté délicat du problème de l'adaptation des races bovines européennes à l'habitat malgache, problème dont la solution doit être recherchée, — ici comme en matière d'élevage des races indigènes, — dans la restauration et l'aménagement rationnel du pâturage et dans la constitution de réserves fourragères, en un mot, dans l'application de plus en plus nécessaire des méthodes modernes d'élevage intensif.

L'Eau potable dans les Communes rurales

L'analyse de l'eau en vue de l'obtention d'une subvention (1) pour l'adduction d'eau potable nécessite souvent d'assez longs délais. Voici, à titre documentaire, une liste de laboratoires qualifiés pour ces sortes de recherches.

Laboratoire du Ministère du Travail et de l'Hygiène à Paris (52, boulevard du Montparnasse).

Laboratoire de recherches des eaux d'alimentation de la Ville de Paris, Palais du Bardo, au Parc de Montsouris, 26, boulevard Jourdan.

Institut d'Hydrologie et de Climatologie au Collège de France.

Institut de Bactériologie et d'Hygiène de Bourgogne et de Franche-Comté, à Dijon.

Institut Bouisson-Bertrand, 6, rue Saint-Côme, Montpellier.

Institut d'Hygiène et de Bactériologie de Nancy.

Institut Pasteur de Lille.

Institut Bactériologique de Lyon, 21, 23, rue Chevreul.

Laboratoire municipal de Nice.

Institut d'Hygiène de Strasbourg.

Institut d'Hydrologie de Toulouse.

Ces deux points, quantité et qualité de l'eau, ont une importance capitale. D'une part, les subvention sont exclusivement réservées à l'adduction des eaux potables (circulaire du Ministère de l'Agriculture du 1er octobre 1904). D'autre part, « la quantité d'eau à fournir ne doit pas, en principe, être inférieure au minimum de 100 litres par jour et par habitant. Il devra être fait état, dans la quantité d'eau à fournir, des prévisions d'accroissement de la population... » (Circulaire du Ministère de l'Hygiène, du 12 juillet 1924). Une réponse du Ministère de l'Agriculture a complété récemment ces indications : le Parl mutuel envisage le chiffre de 200 litres d'eau par jour et par habitant comme une moyenne désirable; on doit tenir compte dans les calculs, de l'accroissement probable de la population en 30 ans et du cheptel.

(*A suivre*).

(1) Voir Bulletin économique, *Revue Scientifique*, 27 juin 1931.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e). *Le Gérant :* M. HÉDAN.

BULLETIN ÉCONOMIQUE

Production du Riz à Madagascar

Les rizières couvrent à Madagascar une étendue de 550.000 hectares, c'est-à-dire le tiers environ de la superficie totale des terres cultivées. Cette culture, qui fournit à la population indigène la base de son alimentation, est répandue dans presque toutes les provinces de l'Ile, à l'exception de celles du Sud-Ouest et de l'Extrême Sud où règne le climat sec des contrées semi-désertiques.

Elle est principalement pratiquée dans les nombreuses vallées qui sillonnent de coupures plus ou moins larges et profondes les massifs de la haute région centrale (Emyrne et Betsiléo); dans les larges plaines facilement irrigables du bassin de la Betsiboka, où la colonisation européenne, participant soit directement, soit en association avec l'indigène à la production du riz, a fait bénéficier la riziculture, dans cette région, de sérieux progrès techniques, tant en ce qui concerne l'aménagement hydraulique des terres qu'au point de vue du perfectionnement de l'outillage agricole; — dans la vaste dépression de pays Sihanaka, autour du lac Alaotra; — dans les grandes plaines alluvionnaires de l'ouest (région de Morondava; vallées du Mangoky et de la Tsiribihina). Sur la Côte Orientale, en particulier dans les régions de Maroantsetra et de Tamatave, qui sont soumises aux effets du climat tropical, chaud et pluvieux, et dont la configuration topographique présente de longues chaînes de mamelons de moyenne altitude, se prêtant à l'arrosage facile des semis de riz par simple ruissellement; la production familiale de riz pratiquée par les populations Betsimisarakes s'est largement développée, mais sous une forme encore rudimentaire et qui comportant trop souvent le déboisement par le feu des pentes où s'effectueront les semailles, entraîne malheureusement un rapide appauvrissement du sol. Une utilisation plus rationnelle de ces terrains, par la création de véritables rizières analogues à celles qu'aménagent avec une remarquable ingéniosité les populations des Hauts-Plateaux, améliorerait sensiblement les conditions et le rendement de la production rizicole dans les régions du versant oriental. Mais on constate que dans les régions riveraines de l'Océan Indien, la production du riz tend à perdre de son importance, depuis que les indigènes, encouragés par l'exemple des colons européens et par les prix élevés qu'atteignaient avant la crise actuelle la vanille, le girofle et le café, ont à leur tour entrepris ces cultures pour leur propre compte et ne produisent guère le riz que pour leurs besoins personnels.

La production des multiples centres rizicoles de la Grande Ile n'a pas toujours suffi aux nécessités de la consommation locale; les anciennes statistiques commerciales de la colonie montrent, en effet, que jusqu'en 1907, Madagascar devait importer du riz de l'Inde et de l'Extrême-Orient pour compléter son ravitaillement. Cette situation s'est entièrement modifiée depuis bientôt vingt-cinq ans et Madagascar est devenu pays exportateur de cette denrée. Le chiffre « record » de cette exportation fut atteint en 1925 (80.000 tonnes); mais le tonnage des sorties de riz malgache a, depuis trois ans, sensiblement décru; 11.512 tonnes en 1928, 7.224 en 1929; 6.200 seulement en 1930.

Diverses circonstances ont contribué à amener ce fléchissement : destruction partielle des récoltes par les cyclones et les vols de sauterelles; délaissement des cultures vivrières indigènes, dans les districts les plus fertiles du littoral oriental, pour des cultures jugées plus rémunératrices; augmentation de la consommation intérieure aux dépens du stock exportable du riz, du fait qu'une véritable armée de quelque vingt mille travailleurs, affectés en permanence, depuis 1927, à l'exécution des grands travaux d'intérêt général, et nourris, ainsi que leurs familles, par les soins de l'administration, absorbe d'importantes quantités de riz achetées par le Gouvernement de la Colonie dans les centres les mieux approvisionnés de l'Ile, c'est-à-dire dans ceux où précisément le commerce local serait à même de constituer d'importants stocks de grains, en vue de l'exportation.

Il faut tenir compte enfin des effets déprimants de la crise économique mondiale qui, rétrécissant à l'extrême les débouchés extérieurs et entraînant l'avilissement ou la mévente des matières premières sur les grands marchés du monde, peut être regardée comme le facteur prépondérant de la limitation des exportations de riz de Madagascar et du ralentissement de la production.

***

Justement soucieux de prévenir les dangers qui pourraient résulter, pour l'économie indigène, d'une insuffisante activité de la riziculture et de sauvegarder en même temps les importants intérêts engagés à Madagascar dans l'industrie et le commerce d'exportation de riz, le Gouvernement de la colonie n'a pas cru devoir se résigner à l'attente passive du dénouement plus ou moins lointain de la crise actuelle.

Toute une série de mesures ont donc été prises de concert entre l'Administration et les organisations agricoles, industrielles et commerciales de la colonie, en vue d'activer et de développer la culture du riz dans la Grande Ile, d'en améliorer le rendement et la qualité et de lui ouvrir de nouveaux débouchés. Un Office du Riz, organismes d'études et de propagande, dont M. le Gouverneur Général Cayla a, dès son arrivée à Madagascar, jugé la création indispensable, a été organisé en août 1930, à Tananarive, pour coordonner et diriger les efforts entrepris ou à entreprendre dans cette voie. Une véritable « politique du riz » a pu être ainsi élaborée et son application se poursuit avec méthode. Elle comporte, en premier lieu, l'extension des superficies cultivées par la recherche des meilleurs terrains susceptibles d'être aménagés en rizières; de nombreux emplacements, jusqu'ici

inutilisés, ont été reconnus dans cet objet ct des facilités spéciales offertes aux indigènes disposés à y entreprendre la culture du riz; l'amélioration et la multiplication des moyens les plus économiques d'évacuation des récoltes contribueront très efficacement, d'autre part, ainsi que l'exécution sur fonds d'emprunt de grands travaux d'hydraulique agricole à la valorisation des nouvelles terres à riz.

L'extrême diversité des variétés de riz cultivées à Madagascar, présente, au point de vue du traitement industriel des grains et des conditions de réalisation de ce produit sur les marchés extérieurs, des inconvénients sérieux auxquels on a déjà pu remédier en partie en obtenant, dans les régions où la propagande du Service de la Vulgarisation agricole a pu s'exercer le plus utilement, l'homogénéité que recherchent les usiniers et les exportateurs. On s'efforce, par la sélection et le triage des semences, d'éliminer progressivement des régions rizicoles qui travaillent à la fois pour l'exportation et pour le marché intérieur, les innombrables variétés à grains rouges, crayeux ou trop courts, encore trop répandues et à leur substituer celles à grains longs et translucides qui conviennent mieux au goût de la clientèle européenne; parmi ces qualités de choix, à la culture desquelles le climat et le sol malgaches offrent d'ailleurs presque partout des conditions favorables, le « vary-lava » et le « tsipala » peuvent rivaliser avec les plus belles sortes de prix connues; le vary-lava principalement est déjà apprécié sur les plus importants marchés d'Europe; il entre dans la catégorie des riz de luxe et peut être avantageusement comparé, au point de vue du goût et par l'aspect, la blancheur et la longueur des grains (10 mm. au minimum), aux prix américains de la variété « Caroline », particulièrement réputés dans l'épicerie française. Des dispositions que vient de prendre et de mettre en vigueur le Gouvernement Général en vue de standardiser les principaux produits locaux à la sortie de l'Ile et notamment le riz, auront pour effet de stimuler la production des meilleures variétés; les riz de qualité inférieure ou médiocre sont, en effet, exclus de la nomenclature des types exportables, telle quelle est établie par la nouvelle réglementation commerciale.

Parallèlement à l'amélioration de la qualité des riz malgaches, l'Administration s'efforce d'aider à l'abaissement du prix de revient de ce produit et s'attache à vulgariser les méthodes culturales susceptibles d'accroître le rendement des rizières tout en réduisant les frais de culture. Dans beaucoup trop de régions encore, les rizières sont piétinées par les bœufs ou travaillées à l'aide d'une simple bêche appelée « angady »; le premier procédé donne de médiocres résultats et fatigue le bétail; quant à l'emploi de l'angady, il n'est pas plus productif et multiplie exagérément le nombre des journées de travail nécessaires à la préparation des rizières, alors que le labour à la charrue et le hersage permettent d'obtenir un meilleur rendement à l'hectare avec un effort moindre. Le Service de l'Agriculture a fait étudier et établir des types simples, pratiques et peu coûteux de charrues légères et de herses parfaitement adaptées aux besoins de l'agriculture indigène; cet outillage, acheté par l'Administration, est cédé aux cultivateurs malgaches avec de grandes facilités de paiement pour permettre aux plus pauvres de se le procurer. Il est utilisé aujourd'hui de plus en plus couramment dans divers districts des régions de l'Imerina et de l'Ankaratra; le dressage des bœufs pour la traction de ces charrues est enseigné dans un certain nombre de fermes et stations du Service de l'Elevage et dans les écoles d'agriculture. Il est à souhaiter que ces méthodes rationnelles se substituent partout le plus rapidement possible aux procédés traditionnels et rudimentaires de culture; les agents européens du Service de la Propagande agricole, secondés par des moniteurs indigènes, s'y emploient avec dévouement et diligence; mais il serait désirable qu'un plus nombreux personnel pût se consacrer à cette tâche; nous devons toutefois constater que, malgré la rigoureuse politique d'économies imposée par la crise commerciale qui sévit à Madagascar, la Colonie n'en a pas moins fait un sérieux effort financier pour augmenter de plusieurs unités nouvelles, en 1931, l'effectif des agents de ses services agricoles et en particulier du personnel chargé de l'éducation des producteurs indigènes. Il convient enfin de signaler, touchant la réduction des prix de revient et la rationalisation de la production du riz, les progrès réalisés au point de vue de l'amélioration des procédés de décorticage. Cette opération qui s'efectuait exclusivement autrefois par pilonnage du riz « paddy » dans des mortiers en bois ou en pierre, constituait un travail lent et pénible, généralement confié aux femmes et avait l'inconvénient de fournir un riz contenant une forte proportion de brisures ou de farine, et, par suite, de déprécier la valeur marchande du produit. Le pilonnage qui n'est plus guère pratiqué aujourd'hui que pour le décorticage du riz destiné à la consommation familiale, tend à disparaître devant le décorticage mécanique; il existe actuellement, dans les grands centres de riziculture de Madagascar, quarante usines à vapeur ou électriques qui décortiquent et blanchissent le riz en vue de l'exportation et constituent l'une des branches les plus importantes de l'industrie locale.

L'exposé de la politique suivie à Madagascar pour le développement et l'amélioration de la production rizicole, serait incomplet si nous omettions de mentionner les substantielles réductions de tarifs de transport consenties depuis deux ans, en faveur du riz, sur les réseaux ferré et routier exploités par la Colonie et les dispositions récemment prises par le Gouvernement Général pour ouvrir à la production malgache de nouveaux débouchés; à ce dernier point de vue, il est permis de fonder, pour l'avenir économique de notre Possession Australe, de très réconfortants espoirs sur la création, depuis longtemps préconisée et souhaitée, d'un Service régulier et direct de navigation entre les ports de la Côte Ouest de Madagascar et ceux de l'Afrique du Sud, mesure qui vient d'être enfin réalisée et sera de nature à permettre l'écoulement sur l'un des plus vastes marchés du monde, d'une importante partie des stocks exportables de riz de la Grande Ile.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

INDUSTRIE CHIMIQUE

Assemblée générale des Etablissements Kuhlmann

Dans une période de crise il est utile d'analyser la situation de chaque catégorie de grands industries. Dans cet ordre d'idées, il nous a paru intéressant de résumer le compte rendu de l'assemblée générale des Etablissements Kuhlmann qui s'est tenue le 29 juin dernier et au cours de laquelle leur Président, M. R.-P. Duchemin, a donné des renseignements qui situent bien la position de cette importante société et par analogie donnent un aperçu de celle des grandes industries chimiques, dans la crise mondiale actuelle.

Le rapport du Conseil d'administration lu à l'assemblée expose que l'exercice 1930 a commencé dans l'activité industrielle et a fini dans une période de régression économique.

Jusqu'au mois de juin dernier, les ventes s'étaient développées normalement.

A partir du second semestre, au contraire, quand le pays est entré, à son tour, dans la crise économique, les affaires se sont brusquement ralenties.

Malgré ce ralentissement et la baisse des prix qui l'a accompagné, le chiffre de vente total pour l'année écoulée, est en accroissement d'environ 3 o/o sur celui de de l'exercice précédent.

Quant aux résultats d'exploitation des usines, ils font ressortir, grâce aux améliorations de prix de revient réalisées, des résultats bénéficiaires supérieurs à ceux de l'exercice 1929.

Seules, la baisse des titres et l'incertitude qui règne au sujet de la durée du malaise économique, ont amené le Conseil à proposer de prélever une part importante de ces bénéfices d'exploitation et de réduire d'autant les sommes consacrées au dividende.

Le rapport précise que dans le domaine des produits minéraux, c'est surtout pour les engrais que s'est manifesté, par suite de la crise agricole, une sensible diminution des ventes, mais que dans l'ensemble, les autres productions minérales accusant une augmentation du chiffre d'affaires supérieur à 8 o/o, le chiffre d'affaires global de la division minérale est en définitive en accroissement de 5 o/o sur celui de 1929.

En ce qui concerne les produits organiques, bien que les principales industries consommatrices aient été largement touchées par la crise, les ventes n'ont pratiquement pas subi de régressions en raison de la fabrication de produits nouveaux et du développement de la production des colorants solides. En outre, les Laboratoires ont continué leurs travaux sur les solvants et les résines synthétiques, aidant ainsi au maintien du chiffre d'affaires par suite de l'écoulement normal de ces produits.

Des travaux importants ont été exécutés dans de nombreuses usines, notamment à La Madeleine-lez-Lille où une centrale de vapeur et d'énergie a été édifiée, ce qui a permis une très importante réduction du prix du courant à Rieme, à Selzaete; à Bordeaux et à Port-de-Bouc, à Dieuze, à Wattrelos, à l'Estaque ainsi qu'à Oissel et à Villers-Saint-Paul, où une centrale de vapeur et d'énergie fonctionne aujourd'hui dans d'excellentes conditions en association avec l'Union d'Electricité.

Ls efforts faits pour le logement du personnel ont été continués; dans certaines usines on peut loger jusqu'à 55 o/o du personnel.

Le rapport donne ensuite des renseignements précis sur la marche des différentes filiales et participations de la Société :

Le Président, avant de donner la parole aux actionnaires, prononce une allocution.

« C'est aux heures de tempête, dit-il, qu'il est plus nécessaire que jamais de faire le point ».

Il expose, ensuite, brièvement la politique économique suivie par les Etablissements Kuhlmann.

Il indique que le Conseil d'administration a estimé que son premier devoir était d'achever le programme qui lui avait été tracé par Donat Agache et qui était en cours d'exécution au moment de sa disparition prématurée.

Toutes les mesures prévues à ce programme ont assuré à la Société une diversité de fabrications qui lui a fourni une base solide et un potentiel que démontre la place qu'elle occupe sur le marché international des produits chimiques.

Il ajoute que le Conseil a cependant jugé qu'à la période de croissance rapide devait succéder celle de l'action prudente et de la consolidation. Le premier stade de cette consolidation comportait l'existence d'une large trésorerie permettant de faire face à toutes les éventualités, le Conseil préférant la prudence et la sécurité, à la facilité et au risque. Il s'est vu dans l'obligation, pour y parvenir, malgré la crise mondiale, de diminuer le dividende tout en pratiquant de larges amortissements industriels, de rigoureux abattements sur la valeur du portefeuille.

Le Président fait remarquer que si cette décision prudente est sévère pour l'actionnaire, elle l'est autant pour le Conseil qui est ainsi privé entièrement de ses tantièmes.

En ce qui concerne l'avenir, le Président, tout en indiquant que le rôle de devin est singulièrement décevant, indique, toutefois, que la moindre reprise en l'absence de stocks chez les consommateurs et intermédiaires entraînerait un puissant appel de marchandises auquel il faut être prêt à répondre. Il indique, en outre, que si les chiffres de ventes des cinq premiers mois de l'exercice 1931 ont diminué de 16 o/o, les résultats bénéficiaires connus sont loin de marquer une réduction proportionnelle. Il insiste sur le fait que le développement de l'activité industrielle française dépend, pour beaucoup de la politique financière qui sera suivie dans le pays, et il précise que les impôts payés par la Société au cours de l'exercice 1930, ont atteint environ 38 millions de francs;

c'est-à-dire environ 150 o/o du dividende, et 68 o/o des bénéfices totaux après amortissements sur immeubles.

« Maintenir ce prélèvement, dit-il, c'est risquer de faire disparaître la matière imposable, c'est risquer de provoquer une anémie mortelle pour l'économie du pays.»

Des applaudissements prolongés accueillent cette allocution.

Le Président donne ensuite la parole aux actionnaires.

Un premier actionnaire demande des précisions sur les filiales et sur le résultat des participations prises par la Société. Il compare, notamment, le montant des participations au montant du capital de la Société. Il rappelle les conséquences d'ordre économique qu'il attribue à la politique douanière suivie par la France.

Le Président lui répond en indiquant que, si les immobilisations s'élèvent pour les immeubles, le matériel, l'outillage, à 321 millions, en réalité la valeur de ces immeubles, matériel et outillage, est singulièrement plus élevée. Pour les dix dernières années, les amortissements des Etablissements Kuhlmann se sont élevés à plus de 200 millions. Pour les cinq dernières années, les amortissements se sont élevés à 168 millions.

Sur le rendement des participations, le Président precise que celles-ci, au 31 décembre, s'élevaient au bilan, pour les titres cotés, à environ 85 millions, chiffre comprenant la participation dans la Société des textiles artificiels. Le rendement cependant a été pour l'ensemble de ces titres cotés de 2,42 o/o.

Les titres non cotés s'élevaient au bilan, au 31 décembre, à 100 millions. Le rendement moyen a été de 3,68 o/o. Mais si on en déduit les immobilisations récentes, et qui n'ont pu encore donner de résultats bénéficiaires, quoique l'exploitation ait permis de larges amortissements qui sont venus en augmentation de ceux de la Société, le rendement des titres non cotés passe à 14,45 o/o.

Quant à la question des Textiles Artificiels, le Président indique que malgré les difficultés rencontrées par cette industrie, il y a lieu de noter, d'une part l'effort de coordination fait par l'Allemagne, l'Italie, la Suisse, la Hollande, etc., d'autre part, l'augmentation de la consommation de la soie artificielle de ces derniers mois et que, dans ces conditions il ne faut pas être de ceux qui jettent le manche après la cognée.

Au point de vue de la politique de la France, le Président signale qu'il revient de Genève où il a été à même de confronter les différentes politiques économiques de l'Europe, et il est obligé de dire, en toute loyauté, que la politique économique de la France n'a certainement pas été plus mauvaise que celle d'autres pays.

Il ajoute que si l'exportation de la France a baissé de 22 o/o en poids, environ, le commerce du monde a baissé dans l'ensemble de 30 o/o en poids, ce qui prouve que le pays est extrêmement sain au point de vue commercial, et est le seul qui consomme encore.

Le Président indique que pour les cinq premiers mois de cette année, les exportations de la Société ont été plus fortes qu'elles n'avaient été en 1930. Il ajoute :

« J'estime, Messieurs, que cela indique, pour employer un mot qui m'est cher et que j'ai déjà employé, que nous avons un potentiel considérable, et cela montre aussi sur quelles bases solides sont appuyés vos Etablissements. Par conséquent, je vous le demande, ne vous laissez pas aller au défaitisme : protestez avec la dernière énergie contre tous ces semeurs de panique qui vont en Bourse et partout répétant que les Etablissements Kuhlmann sont à la veille de la faillite, qu'ils sont engagés dans des participations de toute nature, dangereuses et déficitaires. Cela, je l'ai entendu moi-même. Nous avons fait, pour réagir, des communiqués, mais, bien souvent, les communiqués tombent dans le vide. Ce qu'il faut, c'est que vous sachiez dire vous-mêmes ce que sont vos Etablissements. » (*Applaudissements prolongés*).

Au sujet de la trésorerie de la Société, le Président tient à mentionner que le vendredi 26 juin, les liquidités de la Société s'élevaient à 112 millions. Il précise que ce chiffre n'a pas été obtenu par des complaisances de Banques et par de la cavalerie.

« Bien que nous soyons en pleine période de stockage d'engrais, dit-il, puisque la campagne de printemps est terminée, nous avons une trésorerie plus forte qu'au 31 décembre dernier. »

Le Président désireux de traduire d'une manière facilement compréhensible pour les actionnaires, l'importance et le volume de la Société, expose que si l'on mettait bout à bout, des deux côtés d'un vaste boulevard, les bâtiments représentés par toutes les usines Kuhlmann — sans compter les filiales — et si l'on admettait que les bâtiments, de chaque côté de ce grand boulevard, aient une largeur de 25 mètres, la longueur de ces bâtiments de chaque côté du boulevard atteindrait 18 kilomètres. Et il faudrait que ce boulevard de 18 kilomètres ait 125 mètres de largeur pour qu'il représente lui-même l'ensemble des surfaces libres qui existent dans les usines.

Si l'on mettait bout à bout sur ce boulevard les moyens de transports, les chariots, les voitures, les wagons, les bateaux, ils y constitueraient une chaîne sans fin de neuf kilomètres et demi.

« Je vous demande, Messieurs, dit-il, de vous rappeler ces chiffres. Mais je voudrais plus, je voudrais vous montrer une autre année, par la projection d'un film cinématographique ce que sont vos usines, de façon à vous prouver que les Etablissements Kuhlmann ne sont pas, comme certains ont osé l'écrire, une vulgaire cuisine chimique, mais bien une grande, une très grande industrie. »

Le Président indique ensuite que la date de paiement du coupon sera le 9 juillet. Les actions ordinaire recevront un dividende de 20 fr. brut, soit net 17 fr. 15 pour les actions nominatives et 13 fr. 60 pour les actions au porteur. Les actions à vote plural auront un dividende brut de 6 fr. 875.

Sur interpellation d'un autre actionnaire, relative à la bonne administration de la Société en cette période de crise, le Président est amené à indiquer que des compressions formidables ont déjà été faites dans la Société.

« Je suis convaincu, dit-il, qu'il n'y a pas, dans notre pays, beaucoup d'industries où de telles compressions aient été faites à temps et qui aient pu, pour les quatre premiers mois de cet exercice, obtenir des résultats presque égaux à ceux de l'année précédente.

Des applaudissements prolongés marquent la fin des explications données par le Président, comme ils ont souligné les principaux passages de ces explications. On passe ensuite au vote des résolutions qui sont toutes adoptées à l'unanimité.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

L'eau potable dans les communes rurales

A. — *Constitution du dossier technique* (1).

La quantité et la qualité de l'eau ayant été reconnues suffisantes, ou facilement améliorables sans dépenses prohibitives, le Conseil municipal demande à l'homme de l'art qu'il aura choisi, d'établir le dossier technique du projet d'adduction d'eau.

Ce dossier technique devra être ainsi composé :

a) Plan général de l'adduction sur lequel seront figurés les sources, puits, galeries, drains, rivières, etc... d'où proviennent les eaux, le tracé de la conduite d'adduction et l'emplacement des réservoirs.

b) Plan de détail de la distribution sur lequel seront indiqués les conduites de distribution, les branchements, les bornes-fontaines, les bouches d'incendie et d'arrosage, l'emplacement des lavoirs et des abreuvoirs.

c) Profil en long des conduites.

d) Dessins de détail des ouvrages d'art et des machines élévatoires, des ouvrages divers de captage, des réservoirs, des lavoirs, des abreuvoirs, des bâtiments, des machines, des moteurs, des pompes, etc...

e) Cahier des charges.

f) Avant-métré.

g) Bordereau des prix et renseignements sur leur composition.

h) Détail estimatif.

i) Mémoire à établir conformément aux prescriptions d'une circulaire du Ministre de l'Agriculture du 1er octobre 1904.

Cette dernière pièce est l'une des plus importantes du dossier : elle doit renfermer toutes les indications nécessaires pour justifier les dispositions adoptées et faire ressortir les résultats attendus de l'exécution du projet.

Le mémoire devra notamment indiquer les ressources existantes en eau, aussi bien au point de vue de l'alimentation des habitants que de celle ds bestiaux et du lavage du linge. Il indiquera également d'où proviennent les eaux potables dont on prévoit l'emploi, le régime et le débit des sources, nappes souterraines, etc.... les raisons qui ont déterminé le choix de la nature et du diamètre des conduites adoptées, le nombre des bornes-fontaines et leur système, etc., etc...; il précisera, en outre, le mode d'exécution des travaux et la nature de l'exploitation (entreprise, adjudication, marché de gré à gré, régie, etc..).

B. — *Constitution du dossier administratif.*

Au dossier technique ainsi établi, doit être joint un dossier administratif composé de la manière qui suit :

a) Délibération du Conseil municipal approuvant le projet, votant le principe de la contribution financière de la commune à la réalisation des travaux, contenant engagement d'inscrire au budget annuel les sommes nécessaires pour couvrir les frais d'exploitation et d'entretien de l'installation, ainsi que les frais de contrôle, et sollicitant enfin une subvention sur les fonds du Pari mutuel.

(1) Voir Bulletin économique, *Revue Scientifique*, 27 Juin et 11 Juillet 1931.

b) Les trois plus récents comptes administratifs du maire.

c) Un résumé de la situation financière de la commune.

Le dossier technique et le dossier administratif, réunis par le maire, sont adressés au préfet qui soumet le projet à l'examen de la Commission sanitaire de la circonscription, et au Conseil départemental d'hygiène. Il est enfin, avant son envoi au Ministère de l'Agriculture, vérifié par le service hydraulique départemental, qui l'examine au double point de vue de ses dispositions techniques et de la question de savoir si une déclaration d'utilité publique est nécessaire.

C. — *Cas où une déclaration d'utilité publique est nécessaire.*

Cette formalité est indispensable pour permettre, soit l'occupation temporaire (un an) des terrains où doivent se pratiquer les fouilles et sondages, soit l'expropriation de la partie de ces terrains jugée nécessaire pour la captation de l'eau, le périmètre de protection, et la pose des canalisations.

Dans ce cas, le dossier administratif doit être complété de la façon suivante :

Le projet comprenant un plan parcellaire est soumis à une enquête qui, dans la plupart des cas, a une durée de 15 jours : un commissaire enquêteur, à l'expiration de cette période, reçoit pendant trois jours les observations des habitants. Si aucune observation n'a été produite à l'enquête, la déclaration d'utilité publique des travaux est prononcée par le préfet; dans le cas contraire, c'est un décret, rendu sur la proposition du Ministre de l'Intérieur, qui statue.

Une déclaration d'utilité publique est également requise, toutes les fois qu'il s'agit de dériver des eaux ayant, dès la sortie du fonds où elles surgissent, le caractère d'eaux publiques et courantes.

D. — *Calcul de la subvention.*

Le dossier de l'adduction d'eau composé, ainsi qu'il a été indiqué plus haut, de trois parties, — partie administrative, partie technique et partie sanitaire, — est transmis par le préfet au Ministre de l'Agriculture qui le soumet à la Commission spéciale du Pari mutuel, instituée auprès de son département, laquelle est appelée à se prononcer sur la demande de la subvention.

Le montant de la subvention consiste en un pourcentage de la dépense nécessitée pour l'exécution du projet.

Il est calculé sur la partie subventionnable de la dépense (distribution d'eau potable à la collectivité) et après déduction des ressources disponibles de la commune.

Les dépenses non subventionnables sont : les conduites de distribution n'alimentant ni borne-fontaine, ni lavoir, ni abreuvoir, ni aucun organe de distribution publique, les branchements particuliers, les compteurs, les organes spéciaux de prise pour les besoins agricoles ou industriels, les branchements et appareils de distribution exclusivement destinés aux édifices publics, les travaux concernant les urinoirs et water-closets.

Par contre, peuvent être rangés, d'après la jurisprudence de la Commission, dans les travaux subventionnés :

— Les dépenses occasionnées par les travaux de recherches des eaux à utiliser, et les frais d'études (honoraires compris) du projet.

— Les abreuvoirs, les lavoirs des communes rurales, les bouches d'arrosage et d'incendie, lorsque ces travaux sont compris dans un projet ayant pour objet principal l'alimentation publique et qu'ils ne représentent qu'une dépense relativement peu importante par rapport au montant total de l'estimation.

Comment la subvention est-elle calculée ? Pour l'établir, la Commission spéciale tient compte d'un certain nombre d'éléments : valeur du centime communal, nombre de centimes pour insuffisance de revenu, nombre de centimes extraordinaires et durée de l'imposition, charge qui sera imposée à chaque habitant desservi pour l'exécution du projet, et enfin, pour les communes situées dans les régions dévastées par la guerre, importance des destructions d'immeubles.

La Commission utilise comme base de ses calculs les barèmes ci-après.

Ces différents barèmes ne s'excluent pas l'un l'autre. Au contraire, la subvention s'obtient en ajoutant les différents pourcentages qu'ils contiennent.

TABLEAU A

fixant la proportion de la subvention à allouer en raison de la valeur du centime communal.

Valeur du centime	Proportion de la subvention p. 100 du montant du projet
Au-dessous de 30 francs	41
31 francs	40
32 et 33 francs	39
34 et 35 francs	38
36 à 38 francs	37
39 à 41 francs	36
42 à 44 francs	35
45 à 47 francs	34
48 à 50 francs	33
51 à 54 francs	32
55 à 58 francs	31
59 à 62 francs	30
63 à 66 francs	29
67 à 70 francs	28
71 à 75 francs	27
76 à 80 francs	26
81 à 85 francs	25
86 à 90 francs	24
91 à 95 francs	23
96 à 100 francs	22
101 à 106 francs	21
107 à 112 francs	20
113 à 118 francs	19
119 à 124 francs	18
125 à 130 francs	17
131 à 140 francs	16
141 à 150 francs	15
151 à 160 francs	14
161 à 170 francs	13
171 à 180 francs	12
181 à 200 francs	11
201 à 220 francs	10
221 à 240 francs	9
241 à 260 francs	8
261 à 300 francs	7
301 à 350 francs	6
351 à 400 francs	5
401 à 550 francs	4
551 à 700 francs	3
701 à 850 francs	2
851 à 1.000 francs	1

TABLEAU B

fixant la proportion de la subvention à allouer en raison des charges de la commune (d'après le nombre des centimes pour insuffisance de revenus).

Centimes pour insuffisance de revenus	Proportion de la subvention p. 100 du montant du projet
De 1 à 12 centimes	1
De 13 à 25 centimes	2
De 26 à 37 centimes	3
De 38 à 50 centimes	4
De 51 à 62 centimes	5
De 63 à 75 centimes	6
De 76 à 87 centimes	7
De 88 à 100 centimes	8
De 101 à 112 centimes	9
De 113 à 125 centimes	10
De 126 à 137 centimes	11
De 138 à 150 centimes	12
De 151 à 162 centimes	13
De 163 à 175 centimes	14
De 176 à 187 centimes	15
De 187 à 200 centimes	16

TABLEAU C

fixant la proportion de la subvention à allouer en raison des charges de la commune, d'après le nombre des centimes extraordinaires, multiplié par le nombre d'années de la durée de l'imposition.

Centimes extraordinaires multipliés par la durée de l'imposition	Proportion de la subvention p. 100 du montant du projet
Au-dessous de 200 centimes	1
De 201 à 400 centimes	2
De 401 à 600 centimes	3
De 601 à 800 centimes	4
De 801 à 900 centimes	5
De 900 à 1.000 centimes	6
Au-dessus de 1.000 centimes	7

(*A suivre*).

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

L'eau potable dans les communes rurales (1)

Le tableau suivant, (tableau D), fixe la proportion de la subvention à allouer en raison de la charge qui serait imposée à chaque habitant desservi de la commune pour l'exécution du projet (2).

Charge par habitant desservi	Taux de la subvention p 100 du montant du projet
De 1 à 50 francs	1
De 51 à 100 francs	2
De 101 à 150 francs	3
De 151 à 200 francs	4
De 201 à 250 francs	5
De 251 à 300 francs	6
De 301 à 350 francs	7
De 351 à 400 francs	8
De 401 à 450 francs	9
De 451 à 500 francs	10
De 501 à 550 francs	11
De 551 à 600 francs	12
De 601 à 650 francs	13
De 651 à 700 francs	14
De 701 à 750 francs	15
De 751 à 800 francs	16
De 801 à 850 francs	17
De 851 à 900 francs	18
De 901 à 950 francs	19
De 951 à 1.000 francs	20

Lorsqu'il s'agit d'une demande formulée par une commune située dans les régions dévastées par la guerre, les formalités ci-dessus doivent être remplies, et, en outre, la Municipalité doit avoir obtenu, s'il y a lieu, de la Commission cantonale prévue par la loi du 17 avril 1919, fixation des indemnités de dommages de guerre, concernant les travaux d'adduction d'eau potable à reconstruire, ou qu'elle se soit fait délivrer un certificat provisoire dans les conditions prévues aux articles 150 et suivants de la loi du 31 juillet 1920.

Pour les communes comportant, du fait de guerre, des destructions d'immeubles bâtis, il sera ajouté une subvention complémentaire calculée conformément au tableau E ci-dessous qui tient compte de l'importance des destructions d'immeubles.

TABLEAU E

fixant la proportion de la subvention à allouer en raison de l'importance des destructions d'immeubles.

Coefficient de destruction p. 100	Taux de la subvention p. 100
De 1 à 5	2
De 6 à 10	3
De 11 à 20	7
De 21 à 30	13
De 31 à 40	18
De 41 à 50	25
De 51 à 60	30
De 61 à 80	35
De 81 à 100	45

(1) Voir Bulletin Economique de la *Revue Scientifique*, 27 juin, 11 juillet, 22 août 1931.

(2) Cette charge est déterminée en divisant par le nombre des habitants desservis de la commune le montant du projet augmenté de la somme obtenue en capitalisant à 6 p. 100 les frais d'exploitation (à l'exclusion des frais d'entretien), correspondant à l'élévation mécanique et à l'épuration des eaux.

Mais, lorsque le chiffre du subside, calculé d'après les tableaux A, B, C, D, dépasse 50 o/o, il est ramené à 50 o/o. Cependant, la limite maxima du pourcentage peut être portée à 80 o/o pour motifs exceptionnels et à 90 o/o pour les régions dévastées.

Exemple :

Soit une commune dont la valeur du centime communal est de 68 francs, qui s'est imposée de 70 cm. pour insuffisance de revenus, dont le budget est grevé :

1° De 30 cm. extraordinaires pour une durée de 8 ans;

2° De 41 cm. extraordinaires pour une durée de 22 ans, et pour laquelle la charge qui incomberait à chaque habitant desservi pour l'exécution du projet serait de 325 francs.

Cette commune peut espérer obtenir une subvention égale à 48 o/o, savoir :

1° Tableau A : valeur du centime 68 ..		28 o/o
2° Tableau B : 70 cent. pour insuffisance.		6 o/o
3° Tableau C : 30 cm × 8 = 240		
41 cm. × 22 = 902	1.142	7 o/o
4° Tableau D : charge par habitant desservi (325)		7 o/o
Total		48 o/o

E. — *Modifications apportées au projet.*

Une modification même partielle du projet doit être soumise à la Commission, sous peine d'annulation : cela entraîne pour la commune, dès que la subvention lui est notifiée, l'obligation d'adresser au Ministre de l'Agriculture une expédition du projet approuvé.

F. — *Paiement de la subvention.*

Le paiement a lieu au fur et à mesure de l'exécution des travaux. Le premier acompte n'est délivré que sur justification de la création par la commune des ressources nécessaires à la réalisation de l'entreprise.

La demande de paiement pour tout ou partie de la subvention, doit être faite par le maire au Ministre de l'Agriculture par l'intermédiaire du préfet, appuyée des pièces justificatives (décompte des ouvrages exécutés et dépenses faites, relevés de dépenses imputés sur les sommes à valoir, état d'honoraires, etc...). Le préfet, après examen de ces pièces, transmet au Ministre le dossier, fait compléter l'instruction s'il y a lieu ou autorise le paiement total ou partiel.

La somme est mandatée, par le directeur de la Caisse des Dépôts et Consignations qui détient les fonds au nom du receveur municipal.

A. — *Annulation de la subvention.*

Si les travaux ne sont pas commencés dans le délai de trois ans à dater de la décision de la Commission, sauf prorogation accordée par la Commission pour des circonstances exceptionnelles, la subvention est retirée.

II. — COMMENT OBTENIR DES PRETS A INTERETS REDUITS .

La loi du 30 décembre 1928 (articles 142 à 144) a, en effet, institué une avance de 500 millions destinés à être répartis aux communes, par l'intermédiaire des départements, à raison de 100 millions par an pendant 5 ans, de 1929 à 1933, pour aider les dites communes à refaire leurs chemins vicinaux et à réaliser des travaux d'adduction d'eau potable.

La loi de finances de 1930 a accordé une nouvelle avance de 500 millions pour une période de 4 ans, de 1930 à 1933, afin d'aider les communes à créer et réparer les chemins vicinaux et à réaliser des travaux d'adduction d'eau potable.

Ainsi, de 1930 à 1933, il sera mis chaque année, à la disposition des communes sous forme de prêts à intérêt réduit, 225 millions, dont la moitié pour les adductions d'eau potable.

I. — *Droit aux prêts.*

Il résulte d'une circulaire du Ministre de l'Intérieur du 25 avril 1930, que le bénéfice des prêts à intérêt réduit pour adduction communale d'eau potable peut être accordé :

1° Aux communes dont la valeur du centime est inférieure à 1.000 francs, et qui ont été subventionnées soit sur les fonds du Pari mutuel, soit sur les crédits inscrits à cet effet au budget du Ministère de l'Agriculture, au titre du Génie rural;

2° Aux petites villes non subventionnables sur les fonds du Pari mutuel ou du Génie rural, mais seulement en ce qui concerne les parties rurales de ces communes.

II. — *Forme de la demande.*

La demande de prêt fait l'objet d'une délibération du Conseil municipal dont copie est adressée au Préfet, accompagnée des pièces suivantes :

— Plans et devis des travaux à exécuter (comme pour le Pari mutuel).

— Copie de la délibération du Conseil municipal déterminant l'ensemble des voies et moyens envisagés pour assurer l'exécution du programme, et notamment :

a) Portant vote de la demande d'avance;

b) Portant création des ressources spéciales affectées au remboursement de cette avance en capital et intérêts.

— Un certificat délivré par le receveur municipal et visé par le maire, indiquant : le principal des trois contributions directes de la commune; le point de départ de la mise en recouvrement de l'impôt affecté au remboursement de l'emprunt, les centimes de toute nature que la commune est autorisée à s'imposer pour l'année ou pour les années suivantes, avec leur affectation, même s'ils n'étaient pas recouvrés en totalité et le nombre des centimes mis en recouvrement l'année de la demande.

— Un état du passif de la commune, indiquant, pour chaque emprunt ou engagement : le montant de la dette, le solde restant dû, la date d'expiration, le chiffre de l'annuité, la nature et le montant des ressources affectées par les actes d'autorisation.

— Un extrait des comptes administratifs indiquant :

a) Les recettes et les dépenses effectuées pendant les trois derniers exercices clos, avec distinction des opérations ordinaires, des opérations extraordinaires et des opérations supplémentaires.

b) Pour chacun des dits exercices, l'excédent constaté à la fin de l'exercice antérieur, avec mention, s'il y a lieu, des prélèvements à effectuer pour l'avenir, sur les revenus ordinaires par suite d'engagements antérieurs.

— Une copie des derniers budgets primitif et additionnel dûment approuvés.

III. — *Epoque de la demande.*

Les demandes de prêts doivent être adressées au préfet avant le 1er août. Mais, pour prendre rang, les communes ont avantage à présenter leur demande de prêt dès qu'elles ont envoyé leur demande de subvention à la Commission du Pari mutuel.

IV. — *Instruction de la demande.*

Le préfet saisit de la demande le Conseil général, lors de sa plus prochaine session. L'examen des demandes se fait par ordre d'urgence.

Dans la quinzaine qui suit la clôture de la session du Conseil général, les demandes retenues sont transmises par les soins du préfet, au Ministère de l'Agriculture, qui donne son avis motivé, et les adresse finalement à la Commission spéciale siégeant au Ministère de l'Intérieur.

V. — *Attribution des avances.*

La Commission fixe le montant de l'avance à allouer au département paur l'onnée considérée, en totalisant les avances qu'elle accepte pour les communes de ce département.

VI. — *Paiement des avances.*

Dès la décision du Ministère de l'Intérieur, le préfet informe les communes du montant des avances qui leur sont allouées et des conditions de leur amortissement.

Le taux d'avance est fixé chaque année par arrêté du Ministre des Finances : Il ne peut être supérieur à 3 o/o.

Le versement des fonds a lieu les 1er, 11, 21 de chaque mois, sur justification, par les communes intéressées, des emplois antérieurs, et de leurs besoins. Le prêt devra être réalisé dans le délai d'un an à compter de l'établissement du traité.

La fraction du prêt qui n'aurait pas été réalisée à l'expiration de ce délai sera annulée. Toutefois, une prorogation d'un an sera accordée, si l'importance des travaux la justifie.

Pendant la période de réalisation, l'intérêt ne sera calculé que sur les sommes effectivement versées.

VII. — *Remboursement des avances.*

Il sera affecté par les communes au département, en vingt-cinq ans au maximum, au moyen de semestrialités constantes comprenant l'intérêt et l'amortissement.

Au cas de non paiement à l'échéance par les communes, des intérêts de retard au taux de 6 o/o courront automatiquement au profit du département

L'aide du département.

Beaucoup de départements apportent à leur tour un concours financier important aux communes qui veulent réaliser des travaux d'adduction d'eau. Qu'elle s'exerce par la prise en charge des frais engagés pour la recherche des points d'eau, par des subventions, des prêts à intérêt réduit, ou même de simples avances aux communes sur les fonds qu'elles doivent toucher du Pari mutuel, l'aide du Conseil général se révèle comme particulièrement efficace pour susciter les initiatives et faciliter la Trésorerie des communes.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

Les travaux d'hygiène publique

I. — LES AMENÉES D'EAU POUR USAGES AGRICOLES OU DOMESTIQUES

Une commune rurale, désireuse de se procurer l'eau dont elle a besoin pour l'abreuvement des animaux et autres usages agricoles ou domestiques, n'est pas abandonnée à elle-même. Elle peut obtenir le concours gratuit du Génie Rural pour l'étude de projets de fontaines, d'abreuvoirs et de lavoirs. Elle a droit également à une subvention du ministère de l'Agriculture sur le chapitre des « Etudes et travaux d'hydraulique et de génie rural et d'électrification des campagnes ». La subvention atteint généralement le tiers du montant des travaux envisagés.

Enfin, une commune rurale subventionnée par le Génie Rural, peut également prétendre aux prêts à intérêt réduit institués par la loi du 30 décembre 1928.

II. — L'EAU DANS LES HAMEAUX

A. *Les Associations syndicales d'amenée d'eau*

L'amenée d'eau dans les hameaux complète heureusement l'adduction d'eau dans la commune.

Aux petites agglomérations, — villages et hameaux, — le Génie rural peut apporter gratuitement le concours de son expérience Qu'il s'agisse de capter une source, de creuser un puits, d'utiliser l'eau d'une rivière, de se brancher sur une canalisation existante, il établit pour eux des projets d'amenée d'eau. Et ces projets qui ont pour objet d'alimenter un abreuvoir, un lavoir, une laiterie ou fromagerie coopérative, etc., peuvent être subventionnés sur le chapitre du ministère de l'Agriculture (Etudes et travaux d'hydraulique et de génie rural et d'électrification des campagnes). La subvention est conditionnée par l'utilité collective du projet, et elle n'est accordée qu'à des groupements et, notamment, à des associations syndicales.

L'Association syndicale permet aux habitants d'un hameau tout entier, ou simplement à un groupe de propriétaires faisant partie d'un hameau, de prétendre à une subvention très appréciable, qu'ils ne pourraient obtenir autrement.

B. *Associations syndicales libres et autorisées*

Les Associations syndicales peuvent être, soit libres, soit autorisées.

Une Association syndicale libre se forme sans l'intervention de l'Administration, par le consentement unanime de tous les intéressés.

L'essor considérable qu'ont pris, au cours de ces derniers mois, les Associations syndicales de propriétaires, est caractéristique du mouvement qui porte les campagnes vers une meilleure et plus abondante alimentation d'eau

Une Association syndicale autorisée peut se former sur l'initiative du Maire, du Sous-Préfet, du Préfet, ou bien sur la demande, faite à la Préfecture, d'une ou plusieurs propriétaires intéressés. La constitution de l'Association des intéressés, représentant plus des 2/3 de la superficie ou des 2/3 des intéressés possédant plus des 3/4 de la superficie.

C. *Points communs aux deux types d'associations syndicales*

1° Une Association syndicale de l'une ou l'autre formule a pour organe administratif, l'Assemblée générale, le Syndicat et le directeur. Elle peut rester en justice par ses syndics, acquérir, vendre, échanger, transiger, emprunter et hypothéquer ;

2° Les Associations syndicales libres et autorisées profitent également du concours gratuit du génie rural pour l'établissement du projet et l'exécution des travaux;

3° Elles bénéficient au même titre des subventions accordées par le ministère de l'Agriculture, subventions qui vont de 20 à 35 o/o de la dépense totale ;

4° L'une et l'autre peuvent également recevoir d'autres subventions des départements, des communes ou des établissements publics ;

5° D'ailleurs et la chose est fréquente — une Association syndicale libre peut se transformer en Association autorisée.

D. *Différences entre les deux types d'Associations syndicales.*

1° Au contraire des Associations libres, les Associations autorisées peuvent être créées par l'intiative du maire, du sous préfet ou du préfet.

Dans les premières, les décisions doivent être prises à l'unanimité; dans les secondes, à la majorité des 3/4 ainsi qu'il est indiqué plus haut;

2° Les cotisations ou taxes des adhérents sont recouvrées ;

a) Dans l'Association libre, par son trésorier ;

b) Dans l'Association autorisée, par le percepteur, qui les inscrit au rôle des impôts ;

c) Les conflits qui pourraient s'élever à ce sujet, relèvent donc : pour l'Association libre, du droit et des tribunaux communs : pour l'Association autorisée, du droit et des tribunaux administratifs.

E. *Attribution des subventions.*

Les subventions du génie rural qui atteignent, ainsi qu'il a été dit plus haut, 20 à 35 o/o de la dépense totale, ne sont accordées que lorsque les projets de travaux ont été étudiés par le Génie Rural, ou sous sa direction avant tout commencement d'exécution.

Elles sont versées au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

L'étude par le Génie Rural du projet de travaux envisagés, est gratuite.

Lorsqu'une Association syndicale désire obtenir le concours du service du génie rural, elle doit adresser une demande au ministère de l'Agriculture, par l'intermédiaire du Préfet. On trouvera plus loin un modèle de demande et un modèle de lettre au Préfet.

III. — EMPRUNT A LA CAISSE DE CRÉDIT AGRICOLE.

Indépendamment de la subvention qui leur est versée par le Génie rural, les groupements ruraux désireux de réaliser une amenée d'eau pour des besoins agricoles, peuvent, conformément à la loi du 5 août 1920, faire appel à la Caisse régionale de Crédit agricole pour obtenir des avances de l'Etat, au taux de 3 o/o, et remboursables en 25 ans.

*
* *

Si l'eau destinée à l'abreuvement des animaux et aux autres usages agricoles, n'est pas soumise aux mêmes rigoureuses analyses chimiques et bactériologiques que l'eau destinée aux habitants, le Génie Rural s'efforce cependant de ne faire que des amenées d'eau potable, car il pense, à juste titre, que les habitants des hameaux seront amenés à utiliser, pour eux-mêmes, l'eau qui aura été mise à leur portée.

*
* *

Modèle des deux lettres qu'il y a lieu d'adresser au préfet en vue d'obtenir le concours du Génie rural pour une amenée d'eau.

Formule 1

Modèle de lettre au Préfet en vue de le prier de transmettre la demande ci-dessous au Ministre de l'Agriculture.

« Monsieur le préfet,

« Nous avons l'honneur de vous adresser, sous ce pli, une demande, tendant à obtenir le concours gratuit du service du génie rural pour l'étude d'un projet d'amenée d'eau..., ainsi qu'une subvention pour l'éxécution ultérieure des travaux.

« Nous vous serions obligés de vouloir bien transmettre cette demande à M. le Ministre de l'Agriculture.

« Veuillez agréer, Monsieur le Préfet, l'expression de nos sentiments respectueux. »

Date et signatures très lisibles :

Formule 2

Modèle de demande au Ministère de l'Agriculture en vue d'obtenir le concours du génie rural.

« Monsieur le Ministre,

« Nous, soussignés, propriétaires de terrains sis dans la commune de....., arrondissement de ....., avons l'honneur de solliciter de votre bienveillance le concours gratuit du service du génie rural pour l'étude d'un projet d'amenée d'eau (1).

« Nous serions également heureux de recevoir une subvention pour l'exécution des travaux et nous sommes décidés, pour les entreprendre, à nous réunir en Association syndicale.

« Veuillez agréez, Monsieur le Ministre, l'expression de nos sentiments respectueux.

Date et signatures très lisibles :

NOTA. — Cette demande doit être envoyée à M. le Préfet en même temps que la lettre ci-dessus.

IV. — L'EAU A LA FERME

Dans l'état actuel des lois et règlements, les propriétaires ou les fermiers isolés ne peuvent prétendre ni aux fonds du Pari Mutuel, ni à ceux du Génie Rural pour financer le forage d'un puits ou le captage d'une source qui leur procurera l'eau potable indispensable à leurs besoins.

Cependant, plusieurs propriétaires peuvent s'entendre et former une association syndicale en vue d'amener l'eau d'un point donné dans leurs fermes respectives. On a vu, que, dans ce cas, et tout au moins pour la partie des travaux qui présentent un intérêt collectif, le Génie Rural pouvait apporter son concours.

V. — LUTTE CONTRE L'INCENDIE.

1° Subventions :

Les communes peuvent prétendre à une subvention du Ministère de l'Intérieur, pour l'équipement et l'entretien d'un corps de sapeurs-pompiers, ainsi que pour l'acquisition du matériel d'incendie.

Un fonds spécial de 3 millions est affecté au service de ces subventions dans le budget de 1931.

2° Loteries autorisées pour aider les communes à lutter contre l'incendie :

L'article unique de la loi du 29 avril 1930 permet aux communes de bénéficier de la loi du 21 mai 1836 sur les loteries, en vue de les inciter à perfectionner leur matériel d'incendie. Cet article est ainsi conçu :

« Les exceptions prévues par la loi du 21 mai 1836 sur
« les loteries sont étendues aux communes désirant, soit
« acquérir du matériel d'incendie, tuyaux, casques, tenues
« de feu, soit organiser des concours ou des manœuvres
« cantonales d'extinction d'incendie, soit procéder à des
« travaux ayant pour objet l'installation de points d'eau
« ou de bouches spéciales sur les canalisations ou conduites d'eau. »

3° Compagnies d'assurances :

Les Compagnies d'assurances sont disposées à accorder des réductions importantes de tarifications dans les communes où l'installation d'une distribution d'eau potable comprendrait aussi des bouches d'incendie ou des hydrants judicieusement placés et en nombre suffisant pour permettre de combattre avec un débit et une pression d'eau efficaces tous sinistres qui s'y déclareraient.

(1) Indiquer la nature et l'importance approximative du projet.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

L'ATLANTIQUE

La Compagnie de navigation Sud-Atlantique a mis en service, à la fin du mois dernier, une magnifique unité rapide l'*Atlantique*, de même qu'une organisation de grande croisière avec séjours en Amérique du Sud.

Caractéristiques de « l'Atlantique »

Longueur	227 m. 10
Largeur au pont-promenade	30 m.
Creux au pont D	17 m. 55
Déplacement	40.000 T.
Hauteur émergée de la coque à l'étrave	14 m. 40
Hauteur de la flottaison à la base des cheminées	24 m. 50
Hauteur de la flottaison au sommet des cheminées	36 m. 50

Le navire a douze ponts, dont cinq complets et sept partiels.

Appareil moteur et appareils auxiliaires.

L'*Atlantique* a quatre hélices mues par des turbines Parsons à engrenages, alimentées par seize chaudières. La chauffe est au mazout.

Il possède trois cheminées de forme ovale, dont le grand axe mesure 8 m. 50 et le petit 6 m. 20. Leur hauteur au-dessus du pont le plus élevé est de 12 mètres.

Les appareils auxiliaires comprennent notamment des pompes de circulation, d'extraction, d'alimentation.

La ventilation des locaux du navire est assurée selon le système Thermotank.

L'éclairage et le chauffage de ces locaux sont, bien entendu, électriques. Les turbo-dynamos, de 1.100 kw. chacune, sont les plus puissantes qui aient été installées sur un navire. La station centrale électrique suffirait à éclairer une ville de 150.000 habitants. Il y a environ 30.000 lampes électriques à bord.

Armement

Les principaux appareils sont les suivants :

Compas gyroscopiques et des Répétiteurs ;

Sondeurs ultra-sons.

Le gouvernail compensé est à commandes hydro-électriques. Sa surface est de 29 m², son poids de 46 tonnes

Dispositifs de sécurité

Treize cloisons étanches, une double coque s'étendant de bout en bout des œuvres vives du navire, assurent à *L'Atlantique* une stabilité et une sécurité absolues.

Il existe vingt-quatre embarcations, dont deux à moteurs, munies de la T. S. F., conformes à la Convention de Londres de 1929.

Pour combattre les risques d'incendie, il a été prévu :

1° Des détectives conformes à la Convention de Londres : avertisseurs et thermomètres à distance ;

Installations radiotélégraphique et radiotéléphonique

I. — T. S. F.

La station principale comprend :

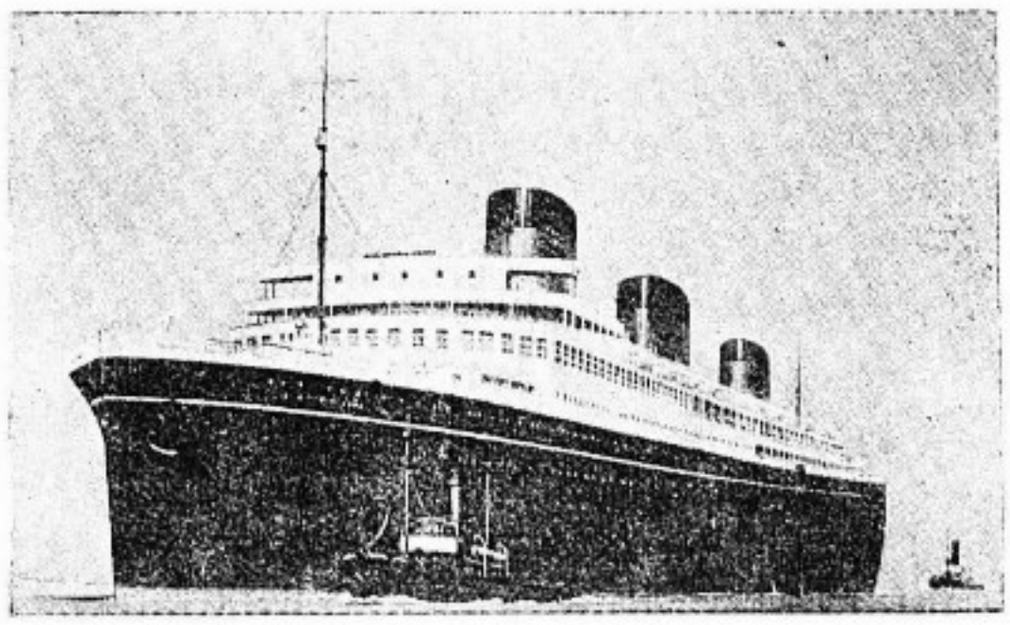
1° Un émetteur S.F.R.B. 51 M2, d'une puissance nominale de 800 watts-antenne, permettant les émissions en télégraphie par ondes entretenues et par ondes entretenues modulées dans la gamme 1.850 à 2.400 mètres, et permettant également l'appel, en cas de détresse, sur l'onde de 600 mètres, avec les deux types d'ondes précitées.

Les communications avec la terre ou entre navires peuvent être maintenues jusqu'à environ 1.500 ou 1.600 milles.

2° Un émetteur S.P.R. BM 100, d'une puissance nominale de 800 watts-antenne. Ce poste fonctionne uniquement en télégraphie par ondes entretenues modulées. Il répond aux prescriptions des règlements internationaux en vigueur sur la sécurité.

Les portées que l'on peut obtenir avec cette station peuvent atteindre 800 milles en service courant.

Les deux émetteurs sont alimentés par le courant de



bord ; cependant, un groupe convertisseur spécial et indépendant peut être mis en route par une batterie d'accumulateurs appelée batterie de secours, ce qui permet de faire fonctionner la station émettrice sans avoir à utiliser la source d'énergie électrique du bord, conformément au règlement sur la sécurité de la vie humaine en mer.

Poste à ondes courtes.

Le poste émetteur à onde courtes est du type S.F.R. FC/50 à lampe, d'une puissance d'environ 500 watts-antenne.

Ce poste permet d'assurer les communications en télégraphie entretenue et en télégraphie modulée, avec passage instantané de l'un à l'autre de ces types d'onde.

Les ondes employées seront voisines de 17 mètres, 24 mètres et 36 mètres.

Le récepteur à ondes courtes est du type R.O.C. 3/4. Il permet de recevoir sur ondes courtes entretenues ou entretenues modulées, dans une gamme comprise entre 12 m. 50 et 175 mètres.

L'émetteur à ondes courtes est pourvu d'un régulateur spécialement étudié pour donner aux ondes émises une stabilité aussi parfaite que possible et éviter, par là, des variations de fréquences dues plus particulièrement au balancement d'antennes.

Les portées obtenues dans les conditions normales devront permettre l'échange de communications directes entre le navire et l'Amérique du Sud dès le départ de Bordeaux et inversement au départ de Buenos-Aires entre le navire et la France.

II. — Poste de Téléphonie sans fil.

L'équipement radioélectrique de l'*Atlantique* comprend un poste type S.F.R. pour radiotéléphonie à ondes courtes à l'usage des passagers. Ce poste permet

l'émission et la réception simultanées. Les communications par l'intermédiaire des stations côtières peuvent être assurées jusqu'à 1.000 ou 1.500 millles.

Distribution par pont des locaux à bord.

La répartition sur le navire des diverses classes de passagers est la suivante :

1° Au centre, les passagers de 1re classe, dont les locaux communs sont situés sur les ponts A, B, C, E, et les cabines sur les ponts C, D, E ;

2° A l'arrière, les passagers de 2e classe, dont les locaux communs se trouvent sur les ponts C, D, et les cabines aux ponts D, E.

3° Enfin, à l'avant, les passagers de 3e classe, les locaux communs étant aux ponts C, et D, les cabines aux ponts E, F, G.

La distribution par pont des divers aménagements est ainsi faite de l'avant à l'arrière :

Passerelle.

Abri de navigation, chambre de veille et appartements du commandant.

Pont des Sports.

Logement des officiers de pont, bureau de détail, poste de T. S. F., salle de rédaction des dépêches, court de tennis, serrres chaude et froide.

Pont A.

Imprimerie, logements des officiers mécaniciens.

1re classe. — Terrasse, salle de jeux et salle à manger des enfants.

Pont B.

3e classe. — Promenade découverte.

Aboutissement des tapis roulants pour la manutention des bagages.

1re classe. — Salon de conversation, salons particuliers y attenant, chapelle, grand salon, vestiaire, café, piscine, salles de massage, salles d'hydrothérapie, salle d'armes et de gymnastique, tir, pont-promenade vitré.

Pont C.

3e classe. — Hall, bar-cantine, salon de coiffure.

1re classe. — Cale pour bagages de prévoyance, cabines de grand luxe, cabines, salle à manger, restaurant, vestiaire, office.

2e classe. — Salle de jeux et terrasse des enfants, grand hall, bar-fumoir, pont-promenade.

Pont D.

3e classe. — Salle à manger, hôpitaux hommes et femmes.

1re classe. — Cabines de grand luxe et autres.

Cuisine (1re et 2e classes), pâtisserie, boulangerie.

2e classe. — Salle à manger, offices, cabines, hôpitaux des isolés.

Pont E.

3e classe. — Cabines, hôpitaux communs, salles d'attente, de visite, d'opérations.

1re classe. — Cabines, hall d'embarquement, bureau de renseignements, fleuriste, librairie, magasin de nouveautés, vitrine d'exposition, salons de coiffure hommes et dames.

2e classe .— Cabines, salon de coiffure hommes, buanderie, pressage, repassage.

Pont F.

Cabines de toutes classes.

Pont G.

3e classe. — Cabines.

Logements et cuisines d'équipage, cambuses, boucherie, citernes à vin.

2e classe. — Soute à bagages.

Pont H.

Soute à bagages (1re classe), soutes à linge, compartiments des turbines, chambres frigorifiques.

Pont I.

Garage pour automobiles, soute à bagages (3e classe), soute à valeurs, soute à colis postaux, cale à vin, citernes d'eau douce, soutes à mazout d'une contenance de 5.000 tonnes, chaufferies, compartiments des turbines, compartiment des machines, frigorifiques, cales à eau, tunnel.

Passagers.

Le navire peut transporter 1.208 passagers, dont :

En luxe	160
En 1re classe	302
En 2e classe	86
En 3e classe	660

Deux appartements de grand luxe, comprennent chacun une grande chambre à deux lits, un salon, une salle à manger, salle de bains, w.-c., vestibule, compartiment à bagages et une terrasse particulière de 7 mètres de largeur, donnant sur la mer.

Six autres appartements de luxe présentent la même disposition, moins la salle à manger privée et la terrasse.

D'ingénieuses combinaisons permettent de rattacher directement à tous ces appartements le nombre de cabines supplémentaires nécessaires aux familles nombreuses.

72 cabines de luxe à deux places possèdent une vaste chambre à coucher, un vestibule, un compartiment à bagages, une salle de bains et w.-c. Leur ébénisterie vernie s'orne de tentures murales variées pour chacune.

128 cabines de 1re classe à deux places, 46 cabines de 1re classe à une place, en bois verni d'essences variées, comportant une cinquantaine de combinaisons de bois et de tissus. Toutes placées à l'extérieur, elles peuvent à volonté recevoir l'adjonction d'une salle de bains particulière. Comme pour les appartements de luxe, il est possible de grouper entre elles les cabines au gré des familles.

Le mobilier des cabines comprend :

Lits en ébénisterie vernie, armoires, penderies, tables de chevet, guéridons dans les grandes cabines, commodes, fauteuils, lavabos, eau chaude et eau froide.

Téléphone et pendule électrique dans chaque cabine.

Les cabines de 2e classe, au nombre de 16 à deux places et 18 à trois places, sont en bois laqué, avec montants et portes en acajou verni.

Elles sont meublées de lits en cuivre nickelé chromé, armoires, guéridons, tables de chevet, commode-coiffeuse en acajou verni, fauteuils, lavabos eau chaude et froide.

Particularités du paquebot.

Au lieu de comporter, comme tous les paquebots antérieurs, deux coursives longitudinales séparées par les tambours des machines, des chaufferies, etc., *l'Atlantique* a reçu un dispositif absolument nouveau, dénommé « rue centrale ». Cette rue, qui traverse tous les aménagements des passagers sur une longueur de 137 mètres, a, sur une longueur de près de 40 mètres, une largeur moyenne de 5 mètres et une hauteur de 5 m. 80.

Les entrées des cabines s'ouvrent sur cette rue centrale et sont séparées par des vitrines d'exposition diversement décorées, qui offriront autant d'intérêt que les étalages des rues les plus élégantes de Paris.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e). *Le Gérant :* M. HÉDAN.

BULLETIN ÉCONOMIQUE

LA SITUATION ECONOMIQUE DU VENEZUELA

Notre attaché commercial au Venezuela a publié un intéressant rapport sur la situation économique de ce pays. Nous le résumons ci-dessous.

Les difficultés rencontrées par l'économie vénézuélienne du fait de la diminution en valeur des produits de son sol et sous-sol ont eu leur répercussion sur les finances publiques et sur le change du bolivar.

Les recettes budgétaires prévues pour l'exercice 1931-32 par le Congrès au cours de la session de ce printemps sont inférieures d'un quart à celles prévues pour l'exercice précédent. Elles sont de 150 millions de bolivars au lieu de 202 millions pour l'exercice 1930-31.

Le budget des dépenses a été réduit également de 57 millions de bolivars.

Les réductions des crédits alloués affectent tous les Ministères, à l'exception de celui de la Guerre, dont les crédits ont été maintenus au même niveau qu'au budget précédent.

Le budget des dépenses du Ministère des Finances a été réduit de moitié, ce qui explique par le fait que le service de la dette publique a beaucoup diminué par suite du remboursement intégral de la dette étrangère au cours de l'exercice 1930-31.

La réduction de 20 millions du budget du Ministère des Travaux publics a une importance toute particulière pour le commerce d'importation. En effet, une grande partie du matériel employé aux travaux publics provenant de l'étranger, les importations de ces marchandises au cours de l'exercice en cours seront certainement moins considérables que durant l'exercice écoulé.

Les prévisions budgétaires des recettes tiennent d'ailleurs compte de la réduction probable des importations en estimant les recettes provenant du paiement des droits de douane et des taxes consulaires bien au-dessous du chiffre de l'exercice précédent.

La diminution des prévisions de recettes provenant des taxes et redevances sur les mines est due à la forte réduction des Compagnies pétrolières, réduction qui a commencé en 1930, mais qui s'est fortement accentuée durant le premier semestre de l'année en cours, de sorte qu'il est logique de prévoir aussi une forte diminution des recettes budgétaires provenant des taxes payées par les Compagnies au prorata de leur production. Les deux tiers environ des recettes budgétaires du Venezuela provenant des recettes douanières et des taxes minières, la diminution importante de celles-ci oblige l'Etat vénézuélien à réduire son budget pour le maintenir en équilibre.

*
* *

En hommage à Bolivar, le « Libertador », le Congrès avait décidé, dans sa session d'avril 1930, de rembourser intégralement la dette extérieure du Venezuela, dette qui avait été amortie régulièrement depuis plusieurs années, grâce à la prévoyante politique fiscale du Général Gomez, plusieurs fois chargé de la Présidence de la République.

Cet amortissement massif de la dette étrangère (environ 26 millions de bolivars) a réduit la dette publique de moitié, limitant celle-ci à la dette intérieure qui s'élevait à environ 26 millions à la fin de 1930.

Il n'y a certainement pas beaucoup de pays qui peuvent se vanter d'avoir une dette publique aussi réduite que celle du Venezuela. Cependant, la mesure prise par le Congrès vénézuélien n'a pas été accueillie avec une satisfaction unanime par les milieux financiers et économiques. On a fait observer avec assez de raison que ce remboursement massif en période de crise économique générale n'a pas beaucoup profité au pays. En effet, le remboursement d'une dette à intérêt fort peu élevé (3 o/o) n'a pas beaucoup rehaussé le crédit du Venezuela qui était suffisamment bon et, d'autre part, l'exportation d'une somme de 26 millions de bolivars, à un moment où l'économie nationale souffrait d'un commencement de crise, a eu plutôt des répercussions fâcheuses en privant le pays de ces millions qui auraient pu être investis dans des travaux d'utilité publique et en affaiblissant la position du bolivar qui, depuis cette opération de trésorerie, a baissé considérablement, restant constamment au-dessous du pair.

*
* *

La valeur du bolivar, unité monétaire du Venzuela, a été fixé à 0.290.323 grammes d'or fin, ce qui fait une parité de 4 fr. 92 de notre franc actuel.

Or, alors que, depuis la fin de la guerre mondiale, le bolivar — grâce à l'habile administration fiscale du Gouvernement vénézuélien et aux années de prospérité de l'économie vénézuélienne — s'était toujours maintenu aux environs de sa parité or, à partir des derniers mois de l'année 1930, il a montré des tendances à la baisse, et cette tendance s'est fortement accentuée durant les six premiers mois de l'année en cours.

L'examen des statistiques xénézuéliennes afférentes au 1er semestre 1930 permet de constater que la valeur des importations a tendance à diminuer, ce qui était à prévoir, attendu que la capacité d'achat des Vénézuéliens a diminué du fait de la baisse de la valeur des produits de l'économie vénézuélienne (café, cacao, pétrole).

Les statistiques d'importation (par connaissements et colis postaux) montre que la part de tous les pays fournisseurs a diminué à l'exception de celles de la France, de l'Italie et de la Hollande.

Si on fait la comparaison avec les années précédentes, nous constatons que les articles de notre production dont la vente a tendance à augmenter sur le marché vénézuélien sont : les aciers manufacturés, les fers et articles en fer, les parfums, les produits chimiques et pharmaceutiques, ainsi que les tissus de laine, de lin et de soie.

La valeur des exportations est en décroissance en comparaison des années précédentes.

Il y a lieu de noter que les achats de la France au

Venezuela ont augmenté considérablement pour les bois, le café et le cacao.

*
* *

Les données statistiques concernant la production, les finances et le commerce du Venezuela, brièvement analysées dans ce qui précède, démontrent que la situation économique, sans être mauvaise, présente des symptômes de crise dont une des conséquences est la restriction du marché et des transactions commerciales.

Au point de vue politique, la situation est stable. Le Général Gomez, qui dirige les destinées du pays depuis plus de vingt ans, a accepté de nouveau la présidence de la République, après la démission du Président Pérez, élu en avril 1929. Son retour au pouvoir permet d'espérer que l'équilibre budgétaire sera maintenu et que de nouveaux travaux seront entrepris, ce qui ranimerait quelque peu les affaires et diminuerait le nombre des chômeurs restés sans travail à la suite des licenciements nombreux opérés par les Compagnies de pétrole.

En vue d'enrayer la baisse du bolivar, il est question de faire un emprunt intérieur, et pour venir en aide aux cultivateurs de café, que la baisse de cette denrée a mis dans une situation difficile, de nouveaux crédits doivent être consentis à la Banque agricole et d'élevage.

A la suite de la baisse du bolivar, beaucoup de maisons de comermce, espérant que la baisse n'était que passagère, ont différé leurs paiements à l'étranger le plus possible, mais il n'y a pas lieu eu de faillites importantes. La liquidation de maisons secondaires ou de petites maisons aura plutôt un effet salutaire en décongestionnant le marché dont le commerce, ces dernières années, s'était développé trop rapidement.

La situation dans les régions de production de pétrole (notamment à Maracaïbo) est plus grave, car la réduction de l'activité des Compagnies paraît devoir durer longtemps et laisser sans travail un grand nombre de personnes.

En somme, on ne peut espérer une reprise sérieuse des transactions commerciales, mais, par contre, il n'y a pas lieu de craindre non plus que la situation du marché empire.

Notre effort de pénétration sur ce marché doit donc être continué, mais nos exportateurs doivent agir avec une certaine prudence et n'accorder de crédits prolongés qu'à bon escient, c'est-à-dire après avoir pris des renseignements sur la situation actuelle de leurs clients et sur la situation momentanée du marché.

LES FINANCES PUBLIQUES ET LE COMMERCE EXTERIEUR DE LA COLOMBIE

Le montant total des recettes s'est élevé, dans l'année 1930, à $ 48.936.000 environ, contre $ 74.785.000 en 1929 et $ 75.514.000 en 1928 (maximum jamais atteint, année de pleine prospérité).

La dépression actuelle se traduit encore par la diminution progressive des réserves d'or de la « Banco de la Republica » (institut d'émission) qui passaient de $ 64.658.000 à fin décembre 1928 (maximum), $ 37.748.000 à fin 1929 et $ 27.417.000 au 31 décembre dernier, cependant que les billets en circulation accusaient respectivement aux mêmes dates : $ 56.183.000, $ 39.074.000 et $ 27.357.000. Remarquons, en passant, le haut pourcentage d'or par rapport à la monnaie fiduciaire qui caractérise la politique financière de la Colombie, depuis la création de la « Banco de la Republica ».

Quant à la dette publique, elle s'élevait à fin décembre 1930, à la somme totale de $ 239.187.145, répartie comme suit :

Dette nationale	$	108.879.343
Dette départementale	$	81.565.635
Dette municipale	$	43.442.507
Augmentation du déficit budgétaire ..	$	5.300.000
Total	$	239.187.485

Le service annuel de cette dette coûte à la nation quelque 25 millions de dollars sur un budget arrêté, pour l'exercice en cours, à environ 50 millions.

L'exercice 1930 a marqué un relèvement sensible des exportations (41,85 o/o) et une diminution plus importante encore des importations (48,50 o/o), les premières s'élevant à $ 111.934.862 et les dernières à $ 65.082.438, tandis que les chiffres correspondants atteignaient respectivement leur maxima en 1926 avec $ 133.606.433 (exportations) et $ 148.546.867 (importations).

Si l'on tient compte d'un excédent de frais (transports, commissions, assurances, etc.) qui grèvent les importations, portant ainsi leur montant à quelque 74.844.803 pesos, il n'en ressort pas moins que la balance commerciale de 1930 reste créditrice de 37 millions environ. Malheureusement, les arrérages de la dette extérieure et l'expatriement d'une bonne part des bénéfices d'exportation (au profit d'étrangers) risquent de détruire cette situation apparemment favorable.

Notons ici, en passant, que si la France prend une part relativement satisfaisante aux importations colombiennes (7.121.956 pesos sur un total de 126.376.900 en 1929), nos achats, dans les exportations de la Colombie, se chiffrent seulement à 565.864 pesos, sur un total de 126.871.495 pour le même exercice.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

LES TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT

Les travaux communaux d'assainissement, au sens de la loi du 15 février 1902 sur la protection de la santé publique, notamment la construction d'égouts et la démolition d'immeubles insalubres, peuvent être subventionnés sur la partie du fonds des jeux affectée au ministère de l'Intérieur.

Les projets d'égouts peuvent être présentés non seulement par les communes, mais aussi par des Associations syndicales.

Formalités a remplir pour obtenir une subvention.

Le dossier à établir, en vue d'obtenir une subvention, comprend trois parties : une partie technique, une partie administrative et une partie sanitaire.

Dossier technique. — Le dossier technique établi par un homme de l'art doit être composé des documents suivants :

a) Plan d'ensemble des travaux et plan de la cammune permettant d'apprécier l'emplacement des travaux ;

b) Plans, coupe et élévation des ouvrages ;

c) Devis descriptif ou rapport;

d) Devis estimatif, détaillé, daté et signé. Si le projet comprend des parties dinstnctes, le devis affirmatif sera établi en présentant un chapitre spécial pour chacune de ces parties. Une récapitulation des totaux des différents chapitres fera ressortir à la fin du devis, le montant intégral de la dépense ;

e) S'il s'agit de travaux en addition à des ouvrages déjà existants, plan d'ensemble de ces derniers ouvrages;

f) S'il s'agit d'acquérir un terrain, promesse de vente indiquant la contenance, le prix demandé, etc., plan du terrain.

Dossier administratif. — Le dossier administratif est constitué par les pièces dont l'énumération suit :

a) Délibération du Conseil municipal indiquant l'objet de la demande ainsi que le montant de la dépense et s'engageant à couvrir la partie de la dépense non subventionnée ;

b) Exemplaire du budget de l'exercice courant ,

c) Exemplaire des comptes du dernier exercice clos.

Dossier sanitaire. — Enfin, le dossier sanitaire, que le préfet, saisi des dossiers technique et administratif, fait établir, se compose de l'avis de la Commission sanitaire et de celui du Conseil départemental d'hygiène.

Attribution de la subvention.

Les subventions sur les fonds des jeux sont réparties par une Commission spéciale siégeant au ministère de l'Intérieur.

Elles ne s'appliquent qu'à des travaux projetés et non au remboursement et au paiement de dépenses déjà effectuées. Elles ne peuvent jamais non plus couvrir l'intégralité de la dépense, la commune devant toujours participer pour partie à cette dépense.

Montant de la subvention.

A moins qu'il ne s'agisse de communes ayant d'importants lotissements, aucune demande n'est accueillie si la réalisation du projet entrepris est subordonnée à l'octroi d'une subvention supérieure à 45 ou 50 % de la dépense, et, en tout état de cause, à un maximum variable qui est actuellement de 500.000 francs.

Autrement dit, si une commune veut réaliser un projet devant coûter 2 millions, et si elle déclare ne pouvoir s'engager que jusqu'à concurrence de 900.000 francs, sa demande de subvention n'est pas examinée. Elle ne l'est pas non plus si le projet est estimé 600.000 francs et que la commune déclare ne pouvoir assurer, par ses propres moyens, qu'une dépense de 200.000 francs.

La Commission des jeux n'accorde de subventions supérieures à 50 % ou à 500.000 francs que pour les communes à importants lotissements.

Réduction éventuelle de la subvention.

Le taux des subventions indiqué plus haut est susceptible d'être réduit dans trois cas :

1° Lorsque les villes qui les sollicitent bénéficient de la taxe de séjour ou possèdent un casino. Les subventions subissent une réduction pouvant varier entre 10 et 50 %. Pour fixer la réduction, qu'il y a lieu de faire subir à la subvention, la Commission de répartition se base sur le rendement probable de la taxe et du casino au profit de la ville qui sollicite la subvention ;

2° Lorsque les dépenses subventionnées subissent pour quelque cause que ce soit une réduction excédant 10 %, la subvention est réduite proportionnellement ;

3° Si les projets approuvés par la Commission de répartition sont modifiés en cours de réalisation, sans que la modification ait été approuvée par autorisation ministérielle, la subvention peut être réduite et même complètement annulée.

Paiement de la subvention.

Les mandatements des subventions ont lieu au fur et à mesure de l'exécution des projets dans la proportion existant entre le montant de la dépense subventionnée et celui de la subvention.

Taxe de déversement a l'égout.

L'amortissement des frais engagés par une commune pour des travaux d'assainissement; peut être facilité

par l'institution, conformément à la loi du 13 août 1926, d'une taxe communale de déversement à l'égout.
ne peut être autorisé que dans les communes dont le

L'établissement d'une taxe de déversements à l'égout réseau d'égouts est susceptible de rendre aux maisons riveraines des rues sous lesquelles les canalisations sont établies, des services directs pour le déversement des eaux-vannes ou, au moins, des eaux ménagères.

L'existence d'une canalisation destinée uniquement à faciliter l'écoulement des eaux de la rue ne justifierait pas l'établissement d'une taxe spéciale qui ne serait au fond qu'une taxe foncière supplémentaire.

Propriétés imposables. — L'article 16 du décret du 11 décembre 1926 distingue deux catégories parmi les immeubles qui sont susceptibles d'être assujettis à la taxe de déversement à l'égout :

1° Les constructions raccordées à un réseau d'égoûts ;

2° Les constructions riveraines des voies pourvues d'un égout.

Les immeubles qui ne rentrent pas dans l'une ou l'autre de ces catégories ne peuvent être soumis à la taxe.

En outre, une disposition expresse du texte réglementaire en exonère les immeubles publics ou privés appartenant à l'Etat, aux départements ou aux communes.

Personnes imposables. — La taxe est perçue sur les propriétaires des immeubles. En cas de démembrement du droit du propriété, elle sera, comme la contribution foncière, imposée au nom des usufruitiers.

Base d'imposition. — Tarif. — Pour les immeubles assujettis à la contribution foncière, la taxe est calculée sur le revenu net servant de base à cette contribution.

Le taux maximum en est fixé à 6 %.

Rien n'interdit, d'ailleurs, aux Conseils municipaux, d'adopter, dans cette limite, un tarif différent pour les deux catégories de propriétés imposables.

Quant aux immeubles qui sont exonérés à un titre et pour une cause quelconque de la contribution foncière des propriétés bâties, en particulier les constructions nouvelles, ils peuvent être soumis à un droit fixe annuel de 50 francs, au maximum, par chute. La base prévue pour le calcul de ce droit suppose nécessairement que les immeubles sont effectivement raccordés au réseau d'égouts. Les constructions nouvelles qui seraient simplement riveraines du réseau sans y être reliées ne seraient donc pas imposables à la taxe pendant toute la durée de l'exemption d'impôt foncier.

Il convient d'ajouter que, dans la limite du maximum de 50 francs par chute, les Conseils municipaux peuvent aménager un tarif gradué suivant la valeur locative ou le revenu net des immeubles.

Etablissement et recouvrement de la taxe. — Les états-matrices de la taxe de déversement à l'égout sont dressés par le contrôleur avec le concours des répartiteurs.

Les rôles sont établis et recouvrés, et les réclamations présentées, instruites et jugées comme en matière de contributions directes.

Démolition d'immeubles insalubres.

Les projets de démolition d'immeubles insalubres ne peuvent être présentés que par des communes et, en aucun cas, par des Associations syndicales. Sous cette réserve, tout ce qui a été dit au chapitre précédent (construction d'égoûts), s'applique aux démolitions d'immeubles insalubres.

Création, agrandissement ou translation de cimetières.

La création, l'agrandissement ou la translation d'un cimetière sont susceptibles d'être subventionnés sur les fonds des jeux par le ministère de l'Intérieur.

Le dossier à constituer par la commune est le même que celui dont le détail a été donné plus haut pour la construction d'égouts.

Toutefois, le dossier technique devra comprendre également le document ci-après :

Plan du terrain et avis du géologue, collaborateur du service de la carte géologique de France, désigné dans le département pour les études de projets d'adduction d'eau.

Montant de la subvention. — Pourcentage maximum : 50 % du montant de la dépnse, avec limitation variable qui est actuellement fixée à 50.000 francs.

Attribution, réduction éventuelle ee paiement de la subvention. — Voir les parapraphes corrrespondants du chapitre « Construction d'égouts ».

Bains-douches, Piscines, buanderies, Lavoirs.

Pour les formalités à remplir par les communes en vue d'obtenir une subvention pour la construction de bains-douches, piscines, buanderies, lavoirs, ainsi que pour tous renseignements concernant l'attribution, le montant, la réduction éventuelle et le paiement de la subvention, voir les paragraphes correspondants du chapitre consacré aux « constructions d'égoûts ».

Les Caisses d'épargne et les bains-douches.

Plusieurs circulaires du ministère de l'Hygiène ont appelé l'attention des Caisses d'Epargne sur l'aide financière qu'elles peuvent apporter, dans leur département, aux bains-douches populaires à bon marché. Cette aide peut se traduire, soit par des avances des Caisses d'épargne au taux de 2 %, prélevées sur la fortune personnelle, soit plus généralement par des subventions prises sur la moitié du bout de l'année écoulée, lorsque leur fortune personnelle atteint au moins 2 % des dépôts.

L'action des caisses peut se manifester — c'est le cas le plus fréquent — sous la forme de construction ou d'acquisition d'établissements de bains-douches, ou sous la forme d'un concours financier apporté à des sociétés de bains-douches populaires (souscription d'actions ou d'obligations, consentement de prêts hpothécaires.)

Les Caisses d'épargne qui créent des bains-douches populaires à bon marché peuvent prétendre, au même titre que les communes, à une subvention du ministère de l'intérieur sur le produit des jeux.

Bains-douches construits par les Sociétés d'habitations à bon marché.

L'Etat consent des avances à 2 % aux Sociétés d'habitations à bon marché, qui veulent construire des établissements de bains-douches.

Le Gérant : M. Hédan.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

LES TERRES ROUGES DE L'INDOCHINE FRANÇAISE

Les Terres Rouges indochinoises (sous ce terme général on désigne toutes les terres d'origines basaltiques de l'Indochine) viennent de faire l'objet d'une étude importante : M. Yves Henri, inspecteur général de l'Agriculture, leur a consacré un gros volume (*Terres rouges et terre noires basaltiques d'Indochine ,leur mise en culture. Gouvernement général de l'Indochine, inspection générale de l'Agriculture, de l'Elevage et des Forêts*, Hanoï, 1931; 212 pages in-4°, 28 graphiques d'analyse de terres, 19 graphiques de température et d'humidité atmosphériques, 2 cartes de répartition des pluies, 7 planches en couleurs de coupes de terrain, 13 cartes en couleurs de zones de terres basaltiques).

Les terres d'origine basaltique se trouvent dans l'Indochine française centrale et méridionale. Les émissions de lave qui leur ont donné naissance sont récentes. Les terres résultant de la décomposition des basaltes ont une superficie de 3.500.000 ha. Les zones les plus amples sont le Kontoum, le Darlac, le plateau des Boloven, le massif de Kompong Cham, le massif du bas S. Bé et du bas Dong Nai; on y peut joindre de vastes zones mal connues (pays entre Sé Khong et Sé Sam; pays entre Sé Sam et Srépok; massif central sud indochinois). Beaucoup moins étendus sont les pays de terres basaltiques du Phu Quy, du Quang Tri, du Phu Yen, de Kompong Som. M. Y. Henry, donne une intéressante description de ces massifs de terres basaltiques, en s'attachant surtout à l'étude de la constitution physique et chimique des terres (1).

Les terres basaltiques ont attiré l'attention par leur fertilité, et c'est au point de vue de leur valeur agricole que M. Y. Henry les étudie. Il est certain que ces terres sont les plus fertiles des terres indochinoises, mais ce n'est là qu'une fertilité toute relative, car les terres indochinoises sont, dans l'ensemble, d'une grande pauvreté. La décomposition des basaltes donne généralement des terres rouges, et, lorqu'elle se fait sur un sous-sol imperméable proche, des terres noires. On trouve toute une gamme de teintes entre le rouge et le noir. Au point de vue minéral, elles ont une composition satisfaisante : elles sont riches ou très riches en phosphore, mais sont mal ou très mal pourvues en chaux et en potasse.

Elles présentent malheureusement, à d'autres égards, de graves défauts. Elles sont extrêmement meubles, et donnent les plus grandes facilités à l'infiltration comme à l'évaporation par capillarité. Leur faible aptitude à retetir l'eau fera que les plantes souffriront en saison sèche; ces terres gonflent en effet très peu par humectation, (il est impossible de s'en servir pour cuire des briques).

Seul l'humus peut donner à ces terres une grande fertilité, peut permettre de tirer parti des avantages que constituent leur richesse minérale et la facilité que l'on trouve à les travailler. L'humus en effet apporte au sol les colloïdes qui lui manquent, et par là même donne au sol une certaine capacité de retenir l'eau et de retenir le calcaire ou la potasse qu'on pourra être amené à lui incorporer. D'autre part l'humus permettra l'établissement de la flore microbienne indispensable à la fertilité du sol.

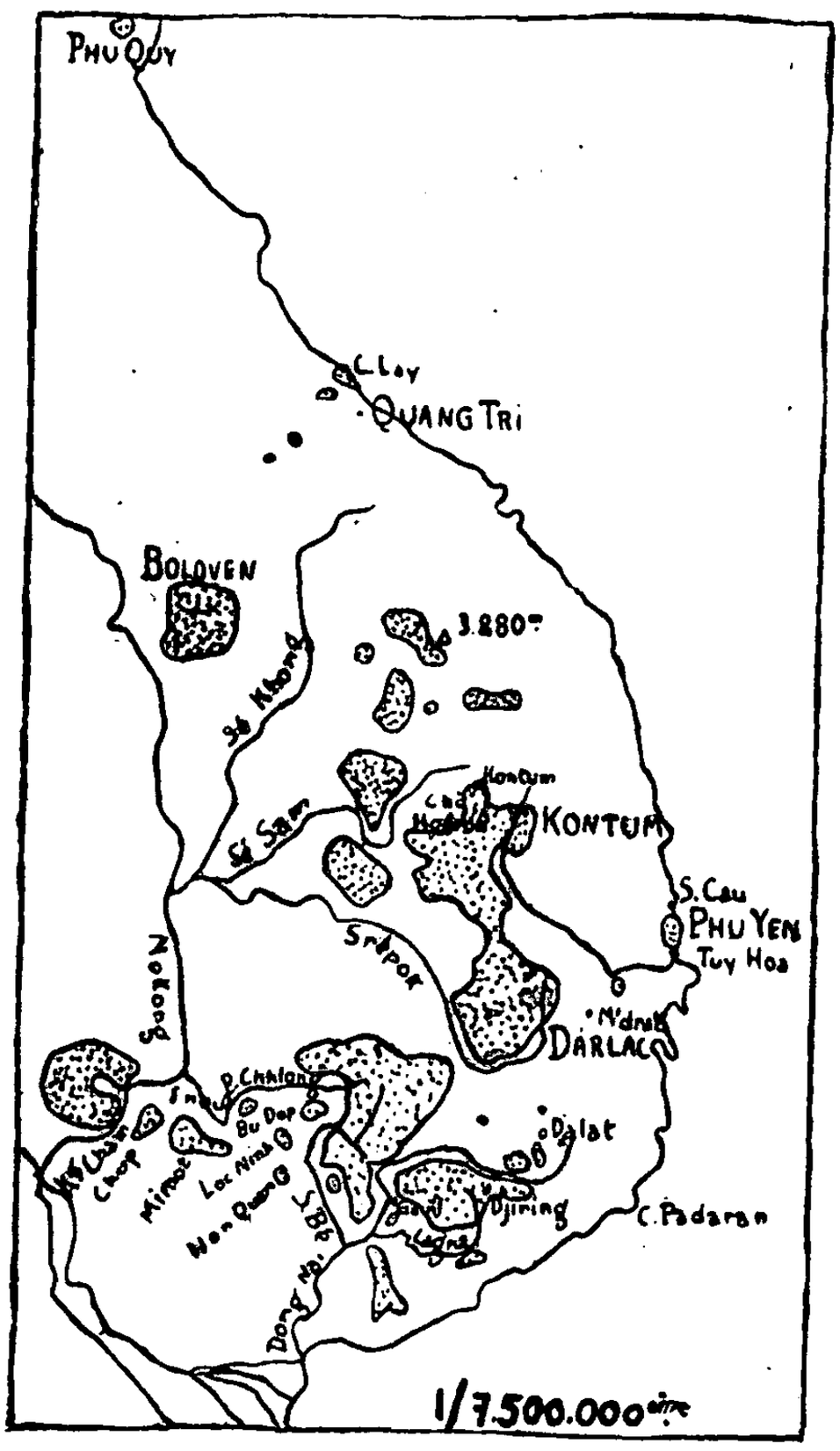
Mais le problème de l'humus est beaucoup plus délicat en pays tropical qu'en pays tempéré, à cause de l'intensité des actions dont il est le siège ou l'aliment, et aussi parce que les facteurs de sa destruction sont particulièrement puissants en pays tropical. Les terres d'origine basaltique n'offrent une bonne teneur en humus que lorsqu'elles sont couvertes de forêts : là en effet elles reçoivent un important apport de matières organiques, et la forêt, protégeant le sol contre les ardeurs du soleil, contre une évaporation trop intense, contre des pluies trop diluviennes, permet la décomposition des matières organiques et la formation de l'humus.

Si la forêt détruite est remplacée par une savane de haute herbes (herbe paillotte, Imperata), le sol s'appauvrit très vite, en pays à saison sèche très marquée, au point d'empêcher la reprise de la forêt. En effet l'apport de matières organiques est plus faible, et l'humification se fait mal : les grandes pluies, en s'infiltrant instantanément, lavent le sol, entraînent les matières solubles et entravent la décomposition des matières organiques. Mais surtout en saison sèche, le sol, mal protégé par la végétation, se dessèche excessivement; sous l'action des rayons solaires, sa température peut-être portée à 70°. Sécheresse et extrême chaleur ont pour résultat d'arrêter l'humidification. Ces actions conjuguées opèrent pendant six à huit mois par an, et la décomposition des matières organiques se trouve retardée au point que le sol s'appauvrit, au lieu de s'enrichir.

Il peut s'appauvrir au point de n'être même plus capable de porter des savanes d'herbe paillotte, et d'apparaître complètement nu. Voilà donc un sol de composition minéral satisfaisante, mais rendu stérile par l'absence complète de l'humus. C'est encore un sol utilisable si on lui apporte cet humus qui lui manque. Mais il peut suivre une évolution plus fâcheuse encore : il peut se former, soit à la sur-

(1) Voir Pierre Gourron *Bull. de l'Agence éco. de l'Indochine.*

face, soit à une certaine profondeur, une carapace dure et imperméable faite d'oolithes riches en alumine et en fer agglomérés parfois avec des débris de basalte ou d'autres roches. Cette formation, qui rend difficile sinon impossible l'exploitation agricole d'un terrain, reçoit en Indochine le nom de *Bien Hoa*, d'après la localité cochinchinoise où on



Terres basaltiques d'Indochine.

l'a tout d'abord exploitée pour l'empierrement des routes. D'ailleurs ce conglomérat n'est pas particulier aux terres basaltiques; on le retrouve, avec des caractères peu différents, dans d'autres sols.

Ces données doivent être présentes à l'esprit du planteur : toute terre basaltique qui, avant l'exploitation, n'est pas couverte de forêts, est une terre incomplète. D'autre part, il faut empêcher, dans les terres cultivées, l'appauvrissement normal du sol par l'évolution naturelle que l'on indiquait tout à l'heure. Pour cela, il faut protéger le sol (ce qui empêchera une trop forte évaporation et un trop fort échauffement) soit en aménageant à cet effet les plantes cultivées, soit en développant les plantes d'ombrage, soit en couvrant le sol de légumineuses basses. Il faut apporter au sol de l'humus, soit en l'enrichissant avec du fumier de ferme (mais c'est là chose difficile : pour apporter à un hectare de culture quantité suffisante de fumier de ferme, il faut prévoir 8 à 15 ha. de pâturages; c'est dire qu'une exploitation importante ne peut envisager l'utilisation de ce procédé de fumure), soit en enfouissant des engrais verts (mais la décomposition de ceux-ci peut être retardée pour les raisons que l'on exposait plus haut) soit en incorporant au sol des composés et des fumiers artificiels. Ces considérations montrent que la culture des terres rouges offre une grande complexité, et que ce serait une erreur que de les considérer comme merveilleusement aptes à produire de fortes récoltes en échange d'une culture rudimentaire. Certains mécomptes éprouvés par les premiers essais de culture ont été dus à l'ignorance des aptitudes réelles des terres rouges.

L'on trouvera enfin, dans le recueil de documents, publié par M. Y Henry des données climatiques. Elle sont généralement la reproduction de celles que l'on peut trouver dans les publications de l'Observatoire central de Phu Lien. Cependant l'on y peut puiser quelques renseignements nouveaux. Sur le massif basaltique du bas Dong Nai, les vents d'été, de direction générale Sud-Ouest-Nord-Est); cela est probablement dû à la proximité des hauteurs terminales de la Chaîne Annamitique qui amène des perturbations dans la direction des courants atmosphériques. Le versant oriental du massif du bas Dong Nai semble plus arrosé que le versant occidental.

Le faible relief (100-200 m.) du massif du bas Mékong détermine une forte recrudescence des pluies : alors que la plaine voisine a des pluies comprises entre 1.300 et 1.550 mm., les précipitations atteignent 2.000 mm. dès que l'on aborde le massif, et 2.500 mm. à l'intérieur. La saison des pluies dure un mois de plus que dans la plaine. La saison des pluies dure un mois de plus que dans la plaine. L'auteur apporte l'observation faite par des planteurs que le défrichement entraînerait une diminution du nombre des orages et de l'abondance des pluies. Par exemple, à Péam Chéang, les chutes de pluies ont été les suivantes : en 1925, 3.031 mm.; en 1926, 3.868 mm.; en 1927, 2.670 mm.; en 1928, 1.895 mm.; en 1929, 1.776 mm. Or les défrichements ont été commencés en 1925 et achevés en 1928. Ces observations méritent d'attirer l'attention mais l'on ne peut encore leur donner une sérieuse valeur; il faut attendre l'établissement de plus longues séries.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

LA PRODUCTION ET LE COMMERCE DES ENGRAIS EN FRANCE EN 1930

L'annuaire Lambert qui vient de paraître (1) appelle fort opportunément l'attention sur la situation de notre industrie des engrais, au cours de l'année 1930.

Engrais azotés.

La production de *sulfate d'ammoniaque* a atteint en 1930, le chiffre approximatif de 363.000 tonnes contre 275.800 en 1929, 215.000 en 1928 et 75.000 seulement en 1923. Ce total se décompose ainsi selon le mode de production.

	1929	1930
	—	—
Sulfate de synthèse.....	147.000	223.000
Usines à gaz	24.000	30.000
Fours à coke et récupération	100.000	104.000
Schistes et divers	800	500
Vidanges	4.000	5.500
	275.800	363.000

En dépit de cet accroissement de la production nationale, nous avons encore fait largement appel aux importations, puisque celles-ci ont atteint encore 92.342 tonnes en 1930, contre 134.500 en 1929, 169.850 en 1928 et 22.150 en 1913. Néanmoins on voit que d'année en année notre industrie prend, sur son propre marché, la place de ses rivales étrangères. La plus grande partie de ces importations venait d'Allemagne, le reste surtout de la Sarre.

Quant aux exportations, elles ont été de 8.178 tonnes en 1930, contre 6.865 en 1929.

Pendant la première partie de l'année 1930, la France a continué de développer la capacité de ses usines de produits azotés synthétiques. La nécessité de s'entendre avec les pays étrangers producteurs d'azote a laissé une certaine liberté en ce qui concerne le développement des installations pour l'avenir mais a obligé les usines existantes à modérer quelque peu le rythme de leur fabrication, vers la fin de 1930. On ne peut pas publier cette année le tableau des usines de l'industrie des produits azotés synthétiques, car certains changements sont en cours de réalisation et ce document ne correspondrait pas à la réalité, disons seulement — en ce qui concerne l'usine de Toulouse — qu'un nouvel atelier employant le procédé Haber a été mis en construction et sera susceptible d'augmenter considérablement la capacité de production de cette usine.

La capacité des usines de synthèse, qui était de 150.000 tonnes de sulfate d'ammoniaque en 1929, s'est élevée à près de 400.000 tonnes en 1930 (123.000 pour le procédé Claude, 117.000 pour le procédé Casale, 160.000 à Toulouse).

La production de cyanamide de calcium a très légèrement augmenté, avec 69.700 tonnes en 1930 contre 64.000 en 1929. Les importations ont été de 19.013 tonnes en 1930 (12.675 en 1929) et les exportations de 1.243 tonnes (2.600 en 1929).

Engrais phosphatés.

Notre production de *craie phosphaté* est estimée pour 1930 à 145.730 tonnes (159.950 tonnes en 1929). Quant à celle de phosphates de chaux, elle n'a pas dépassé 145.730 tonnes en 1930, contre 159.950 tonnes en 1929.

La plus grande partie des phosphates utilisés par notre industrie des superphosphates a été importée. C'est ainsi qu'en 1930 elle a importé 1.548.285 tonnes de phosphates contre 1.617.792 en 1929. C'est à la Tunisie que nous continuons à demander la plus grande partie de ces phosphates (1.028.960 tonnes en 1930 contre 1.156.157 tonnes en 1929) encore que le Maroc prenne de plus en plus de place sur notre marché : nous avons fait entrer 274.964 tonnes de phosphates marocains en 1930 contre 232.202 en 1929 et 187.262 en 1928). L'Algérie de son côté nous a envoyé 187.587 tonnes de phosphates en 1930 contre 203.377 en 1929. Quant aux Etats-Unis il n'ont pas importé une seule tonne chez nous en 1930.

Quant à notre production de superphosphates de chaux elle est estimée à 1.987.000 t. en 1930, contre 2.430.000 en 1929 et 2.350.000 en 1928.

L'*Annuaire Lambert*, explique de la façon suivante un recul aussi marqué.

Comme c'était en France que la faculté d'absorption de la consommation paraissait la mieux équilibrée, ce fut en France que les producteurs belges et hollandais tentèrent de pénétrer avec des prix de dumping, ce qui bouleversa davantage notre marché intérieur. La consommation française a donc diminué assez considérablement pendant l'an-

(1) Bureau d'Etudes économiques, industrielles et agricoles, 16, rue de Miromesnil, Paris.

née 1930. On évalue cette réduction à 22 % environ du tonnage de 1929.

Les stocks dans les usines se sont accentués malgré certaines réductions de production qui n'ont pu être faites à temps par suite de l'impossibilité de prévoir le mauvais temps persistant.

Superphosphate minéral (en tonnes métriques).

	1929	1930
	—	—
Production française	2.430.000	1.987.000
Consommation française	2.205.000	1.761.276

Les phosphates naturels pour emploi direct et les engrais d'os ont subi leur part de réduction et ces deux marchés n'ont pas pu se développer pendant l'année 1930.

Les scories de déphosphoration ont subi un recul tant dans la production que dans la consommation. Les difficultés des industries métallurgiques ont amené celles-ci à réduire les tonnages d'acier qui sont à la base de la fabrication des scories et d'ailleurs la demande de l'étranger a été moins abondante que les années précédentes.

En France voici quelle a été la situation de ce produit dont le commerce s'est tant développé depuis la guerre.

Scories de déphosphoration (en tonnes métriques).

	1929	1930
	—	—
Production française	1.501.978 (1)	1.478.574 (1)
Consommation française ..	761.720	610 159
Exportation française	642.000 (1)	744.007 (1)

(1) Non compris la Sarre.

En France, par rapport à 1929, on évalue à 20 o/o la diminution de la consommation des scories en 1930, et à 22 o/o celle de la consommation des superphosphates.

Engrais potassiques.

La production est restée très active même en France : elle a été supérieure en 1930, à celle de 1929, mais des stocks très importants en fin d'année ont obligé les producteurs à diminuer leur extraction dès le début de 1931.

D'ailleurs, on sait qu'il n'existe pas de concurrence entre les producteurs en raison, d'une part, de l'organisation commerciale française qui groupe sous le nom de la Société Commerciale des Potasses d'Alsace les différents producteurs (pratiquement les Mines Domaniales de Potasse et de la Société de Kali-Sainte-Thérèse) et, d'autre part, de l'accord franco-allemand qui contingente les quantités à exporter et fixe les prix dans les différents pays acheteurs.

En France, les Mines d'Alsace ont extrait en 1930, 3.137.400 tonnes de minerai brut, correspondant à 505.000 tonnes de K^2O contre 3.124.700 tonnes de minerai brut en 1929 contenant 493.000 tonnes de K^2O. La consommation, par contre, a quelque peu diminué.

Les colonies françaises ont absorbé environ 17.000 tonnes de potasse pure contre 12.664 tonnes en 1929.

Les prix.

Déséquilibré dès le début de 1930, dans la plupart les pays agricoles d'Europe, le marché des engrais a gardé en France une certaine régularité pendant les trois premiers trimestres. Certes, le mauvais temps a empêché les cultivateurs de préparer la récolte avec autant de soins qu'ils l'auraient voulu, mais partout où elle l'a pu faire, la culture a employé des fertilisants en quantités habituelles Les prix du blé se sont d'ailleurs maintenus en France plus chers que partout ailleurs et, en décembre 1930, le prix moyen du quintal de froment rendu à la station la plus proche du lieu de production était de 152 francs en France, alors qu'il n'atteignait que 136 francs français en Allemagne, 82 en Autriche, 70 en Pologne, 68 en Belgique, 57,70 en Yougoslavie, et 31 francs en Roumanie.

On conçoit que de telles différences puissent avoir sur tous les marchés commerciaux des répercussions qui augment leur déséquilibre dans les périodes troublées. En France, les prix se sont maintenus assez stables, moins pourtant que les deux années précédentes en raison de la concurrence que pratiquement se sont faite les différents vendeurs français et de celle des vendeurs étrangers qui se sont infiltrés dans les départements les plus éloignés des frontières pour le superphosphate et pour les engrais azotés.

D'une manière générale les prix officiels ont baissé par rapport à l'année précédente, ainsi que le montre le tableau suivant :

Prix aux 100 kilos des principaux engrais.

	Janv. 1913	Janv. 1929	Janv. 1930	Janv. 1931
	—	—	—	—
Superphosphate 14 %..	5.30	28.75	28.75	28.50
Scories 18 %	4.50	25.20	26.30	25.20
Nitrate de soude	24.40	126	117	110
Sulfate d'ammoniaque ..	36.50	125	117.50	112
Cianamide 15 %	23.50	90	90	84
Nitrate de chaux 13 % ..	33.40	110	96	94.50
Sylvinite 12 %	2.60	10.95	10.95	10.60
Chlorure de potassium ..	17.75	72	72	69.60

La tendance au début de 1931, est légèrement orientée vers la baisse, et comme on le voit, les prix exacts des différents engrais ne supportent pas un coefficient supérieur à celui de la majoration des autres produits par rapport à l'avant-guerre ; dans bien des cas, au contraire, ce coefficient est inférieur à celui supporté par la plupart des autres matières et ira sans doute en diminuant en raison des progrès réalisés dans la fabrication industrielle des fertilisants et dans l'organisation des approvisionnements.

Le Gérant : M. HÉDAN.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e).

BULLETIN ÉCONOMIQUE

LE BAS-CONGO ECONOMIQUE

I. — *Situation avant la colonisation*

En 1875, la région du Bas-Congo fut traversée pour la première fois et très rapidement par Stanley qui, venant du Haut-Congo, descendit le fleuve jusqu'à son estuaire (1).

A ce moment, aucune des richesses du sol et du sous-sol n'était régulièrement exploitée par les indigènes qui comptaient parmi les populations les plus arriérées.

Dans les contrées riches en minerai, quelques artisans fabriquaient avec le cuivre ou le fer des flèches, des parures, et ces objets servaient en même temps de monnaie d échange.

Les autres industries avaient trait à la fabrication d'instruments de musique rudimentaires ou au tissage du raphia.

Les hommes ne travaillaient pas, les femmes entretenaient quelques plantations de manioc, de maïs ou de bananiers, juste suffisamment pour satisfaire à la consommation du village.

Il n'y avait aucun élevage, les volailles, porcs et cabris étaient les seuls animaux domestiques, mais les antilopes, buffles, éléphants, hippopotames, en très grand nombre, fournissaient aux populations la viande nécessaire.

II. — *Le mouvement de la population.*

La population devait être à peu de chose près numériquement la même que celle de nos jours. Pas de centre important, mais un grand nombre de petits villages dont la population n'excédait pas une centaine d'habitants.

La région du Bas-Congo est la plus peuplée de la colonie, la densité moyenne de population étant 12 habitants au kilomètre carré.

Une des conséquences de la civilisation européenne a été la création de grands centres indigènes près des cités européennes.

Brazzaville, capitale du groupe de colonies constituant l'Afrique Equatoriale française, s'étend au bord du Congo sur 7 kilomètres de longueur, en amont des rapides de Léopoldville. Cette capitale fut fondée en 1880, par l'explorateur Savorgnan de Brazza qui obtint du roi Bateké, Makoko, la concession des territoires situés au bord du Pool, entre les rivières M'Pila et Djoué.

Ce roi lui conférait en même temps des droits héréditaires et de suprématie, et invitait ses sujets à obéir à de Brazza comme à lui-même.

La garde de cette région fut confiée au sergent Malamine, et de Brazza ne revint qu'en 1883. Peu après, vinrent s'installer les premiers colons. Des missionnaires, représentés d'abord par Mgr Augouard, occupèrent une colline d'où on découvrait tout le Pool.

Quelques commerçants, obligés d'avoir une flotille pour le commerce avec les indigènes, s'installèrent au bord du fleuve créant le quartier de la Plaine, en face de l'île M'Bamou.

Les services du Gouvernement s'installèrent sur « Le Plateau », à l'Ouest.

Enfin, en 1900, l'installation d'un bataillon provoquait la naissance du quartier militaire entre « Le Plateau » et « La Plaine », appelé encore maintenant « Le Tchad ».

Parallèlement, des villages indigènes importants se formaient près des quartiers européens :

Vilage Bas-Congo, sur « Le Plateau »;

Village Poto-Poto, à « La Plaine ».

Brazzaville se trouvant à l'extrémité du bassin navigable du Congo, on songea tout de suite à relier ce bassin à la côte française de l'Atlantique par un chemin de fer, mais la guerre en retarda la réalisation et c'est en 1922 seulement que les travaux commençèrent.

Brazzaville se transforma alors rapidement.

De 400 Européens en 1912, le chiffre passa à 800 à 1925, et 1.000 en 1929.

Les besoins en main-d'œuvre pour les diverses exploitations et commerces firent augmenter la population des vilages du Bas-Congo et de Poto-Poto, dont la population, de 4.500 en 1912, était de 12.000 en 1925 et près de 16.000 en 1929.

Un grand poste de télégraphie sans fil intercolonial fut mis en service en 1927.

Depuis 1927, de grands travaux d'urbanisme ont été entrepris, des habitations modernes construites. Un port fluvial important doit compléter le chemin de fer en construction et permettre le transbordement facile des marchandises venant du bassin du Haut-Congo ou du Kasaï à destination des ports de l'Europe.

Grande cité d'échange et de transit, Brazzaville sera, dès l'ouverture au trafic du chemin de fer, une grande cité moderne et son avenir apparaît comme devant être brillant dans un très court délai.

Les autres principaux centres de la région du Bas-Congo sont :

Mayama,

Kinkala, chef-lieu de subdivision, sur la route automobile,

Boko, où se trouve une école.

N'Goma-Tsé-Tsé, où sont installés les ateliers du chemin de fer, scieries, briqueteries, employant une dizaine d'Européens et 2.000 indigènes.

III. — *Richesses minières*

L'attention des premiers prospecteurs fut attirée par la nature des parures portées par les indigènes, colliers et bracelets, et leurs recherches ne furent pas vaines.

La prospection du Bas-Congo est encore très incomplète et l'on ne connait guère à présent que les gisements de cuivre de Renéville dans le bassin du Djoué.

Ces mines ont été exploitées avant la guerre par la Société du Djoué qui a sorti quelques centaines de tonnes de minerai, laissé sur le carreau de la mine.

L'exploitation a été arrêtée pendant la guerre, mais sera reprise prochainement par une Société filiale de la Compagnie Minière du Congo Français.

A Mindouli, d'importants gisements de cuivre sont exploités. Les installations utilisent une puissance de 700 CV produite au moyen de moteurs à gaz pauvre utilisant le charbon de bois.

Les chutes du bassin du Niari ou de la Foulakary pourront fournir dans cette région, très riche au point de vue minier, toute la puissance qui sera nécessaire.

---

(1) Mission de prospection des forces hydrauliques de l'Afrique équatoriale française. Rapport d'ensemble de M. Darnault, *ingénieur*, chef de mission. Préface de M. Antonetti, Gouverneur générale de l'A. E. F. (Larose, éditeur).

IV. — *Richesses agricoles*

Palmeraies. — Partout, dans la région du Bas-Congo, on trouve des palmiers parfois en nombre suffisant pour que l'on puisse considérer que l'on se trouve en face de palmeraies naturelles.

Mais l'exploitation en est faite d'une façon très défectueuse par les indigènes qui, en règle générale, sacrifient la noix de palme, quoique l'huile entre pour une grande part dans leur alimentation, pour saigner les fleurs et extraire la sève appelée « vin de palme » dont il sont très friands.

En tous cas, cette région se prêterait très bien à la plantation de palmeraies et l'on trouverait sur place de nombreuses petites chutes pouvant fournir l'énergie nécessaire à la transformation des produits.

A l'heure actuelle, seules les Missions ont fait quelques plantations de caféiers qui donnent de belles récoltes. Le « Liberia » est une espèce qui réussit bien dans le Bas-Congo, mais l'indigène, qui ne consomme pas de café, se désintéresse de cette culture.

Coton. — Un certain nombre d'essais ont été faits, mais il ne semble pas que la région Bas-Congo soit favorable. La saison des pluies dure trop longtemps et le coton se pique de taches rougeâtres.

Cultures vivrières. — C'est dans la région Bas-Congo que l'on a, jusqu'à présent, trouvé des vivres nécessaires pour nourrir les 16.000 indigènes vivant à Brazzaville.

Par suite du développement de la capitale, mais aussi des centres secondaires installés le long de la nouvelle voie ferrée, il faudra se préoccuper prochainement de l'établissement de plantations vivrières à grand rendement, en particulier pour le manioc qui forme la base de l'alimentation des indigènes.

On trouve aussi quelques plantations de patates; d'ailleurs, un certain nombre d'Européens qui possèdent des jardins réussissent à faire pousser tous les légumes consommés en Europe.

Riz. — Quelques rizières sous bois ont déjà été créées par les indigènes, elles pourront être développées, les indigènes de ce pays ayant été en contact avec ceux d'autres régions qui leur ont appris à consommer le riz.

Fruits. — Dans toutes régions poussent sans aucun soin la banane, l'ananas que l'on trouve dans toutes les vallées des rivières. L'impossibilité d'exporter ces produits a empêché jusqu'à présent le développement de plantations rationnelles.

Etant donné la densité de la population de cette région on peut espérer récolter prochainement de quoi alimenter les nouveaux centres créés (population européenne et indigène).

Ravitaillement en viande. — Depuis l'occupation européenne, les animaux sauvages. éléphants, buffles, antilopes, léopards, ont presque complètement disparu. De plus la maladie du sommeil empêche d'entretenir des troupeaux et l'on ne trouve ni bœufs, ni chevaux.

La viande de consommation est fournie par des troupeaux amenés de l'Angola.

Dans les villages, l'élevage des porcs, cabris, volailles fait de rapides progrès, les indigènes comprenant les bénéfices importants qu'ils pourraient en retirer par la vente aux Européens.

V. — *Voies de communication.*

Le Bas-Congo est assez bien desservi et lorsque le chemin de fer de Brazzeville à l'Océan sera terminé, on disposera, le long du cours du Djoué et de la Madzia, d'une artère principale à voie de 1 m. 06, permettant l'écoulement des produits vers le port de Pointe-Noire, Brazzaville étant un centre de transit très important pour les marchandises à destination du bassin intérieur du Congo.

Une route automobile de Brazzaville passe par Kinkala et Mindouli. De Kinkala, un embranchement se dirige vers le Sud jusqu'à Boko et pourra être prolongé jusqu'au fleuve Congo, ce qui permettra de desservir cette région.

Enfin, part de Brazzevile vers le Nord une nouvelle route se dirigeant vers Mayama et Pangala dans le bassin de la Léfini.

A partir de Brazzaville, la navigation est possible sur le Congo en amont des chutes.

LE REPERTOIRE GENERAL DE LA MARINE MARCHANDE 1931-1932

Le *Bureau Veritas* vient de publier l'édition 1931-32 du *Répertoire Général de la Marine marchande.*

Cet ouvrage paraît tous les ans depuis 1870. Alors que le registre du Bureau Veritas ne donne que les bâtiments classés par le Bureau Veritas, le Répertoire donne la liste complète de tous les navires de mer appartenant à toutes les nationalités du monde jaugeant 100 tonnes au au-dessus.

Rappelons que le volume est composé de quatre parties : les trois premières sont consacrées respectivement :

a) aux navires à vapeur;

b) aux navires à moteur et à moteurs auxiliaires;

c) aux voiliers.

La quatrième partie comprend les listes annexes.

Pour chacun des navires compris dans ces diverses listes le Répertoire donne les caractéristiques techniques essentielles de la coque (longueur, largeur, tonnage brut et net) de la machine (type, dimensions, puissance) le constructeur, la date et le lieu de la construction, le nom de l'armateur, le port d'armement.

Seuls ne figurent pas dans le Répertoire, les bâtiments de servitudes (dragues, chalands ,allèges, etc.), les navires de plaisance, les bâtiments de la navigation fluviale.

Rappelons à ce propos que ces derniers, qui jusqu'ici ne figuraient sur aucun registre, font l'objet d'un registre répertoire spécial qui a été publié pour la première fois cette année.

Les listes annexes donnent un certain nombre de renseignements particulièrement intéressants, entre autres :

a) Une liste des armateurs de tous les pays par nationalité avec, pour chacun d'eux, la liste des navires composant leur flotte, le type de ces navires (vapeur, moteur, voilier)a insi que le tonnage brut sont également indiqués.

b) La liste des constructeurs de navires, du monde entier.

c) Des listes alphabétiques des bâtiments spéciaux tels que pétroliers, navires frigorifiques, câbliers, etc.

d) La liste des Compagnies de Sauvetage.

L'ouvrage comprend enfin une série de statistiques donnant par pavillon le tonnage des flottes des diverses puissances et les changements survenus au cours des dernières années dans la composition de ces flottes (navires construits, achetés, vendus).

Ces diverses listes sont complétées par une publication mensuelle bien connue sous le nom de « Liste des Pertes et Accidents Maritimes » et qui donne chaque mois le nom de tous les navires sinistrés avec le lieu, la date et la nature du sinistre.

Imp. P. & A. DAVY, 53, rue de la Procession, Paris (15e). *Le Gérant :* M. HÉDAN.

Eau de régime des ARTHRITIQUES

VICHY CÉLESTINS

en bouteilles, demies et quarts

Reg. du Com. Paris 30.051

L'AGENDA P. L. M.

L'Agenda P.-L.-M. pour 1931 est le vingième d'une collection commencée en 1911 et que les bibliophiles recherchent tant pour sa belle tenue artistique et littéraire qu pour son irréprochable typographie.

D'excellents écrivains, peintres et dessinateurs y ont collaboré.

Ce recueil de 300 pages — enrichi de seize hors-texte en couleurs — se présente sous couverture reliée dont les motifs ornementaux sont inédits comme les articles et les nombreuses illustrations qu'il renferme.

Le succès qu'il a trouvé auprès des amateurs et collectionneurs laisse prévoir, comme pour les devanciers, l'épuisement rapide du tirage.

Aussi les retardataires désireux de le posséder, doivent-ils se presser pour en faire la demande.

Son prix est de 10 francs.

Il est en vente : 88, rue Saint-Lazare, à Paris, à la Maison du Tourisme, 53, avenue George V, dans les Agences de voyages, les grands magasins, les principales librairies, ainsi que dans les bureaux de ville, gares, bibliothèques et grands trains du réseau P.-L.-M.

Pour le recevoir à domicile, adresser au service de la Publicité P.-L.-M., 20, boulevard Diderot, à Paris, un mandat-poste de 13 fr. 05 pour l'envoi en France et 18 fr. 40 pour l'envoi à l'étranger.

L'Amérique du Sud via Bordeaux

Les relations avec l'Amérique du Sud via Bordeaux sont organisées de manière à donner aux voyageurs le maximum de confort et le minimum de dérangement.

Sur présentation d'un billet de passage des Compagnies Sud-Atlantique et Chargeurs-Réunis, conjointement avec un billet de chemin de fer pour Bordeaux, les bagages sont, après visite par la Douane, enregistrés directement à Paris Quai d'Orsay pour la destination définitive. Cet enregistrement est fait la veille du jour fixé pour le départ de Bordeaux des paquebots.

Les trains transatlantiques mis en marche spécialement arrivent au quai d'embarquement d'où le transbordement au paquebot se fait directement.

Dans le sens inverse, les bagaes à destination de Paris peuvent être enregistrés directement à bord du paquebot, avant son arrivée à Bordeaux. La visite de ces bagages par la douane n'a lieu qu'à la gare de Paris-Quai d'Orsay et le transbordement est également direct du paquebot au train.

Pour tous renseignements complémentaires s'adresser notamment,

A l'Agence spéciale P.-O.-Midi, 16, boul. des Capucines, ou aux bureaux de Renseignements de la gare du Quai d'Orsay, et 126 boulevard Raspail, à Paris ; aux principales agences de

Le Maroc

Les bonnes relations entre la France et le Maroc au départ de Paris-Quai d'Orsay.

1° par Hendaye, Madrid, Algésiras et Tanger (seul service quotidien n'empruntant pas la voie des airs).

Trains rapides (1re et 2e classes et toutes classess et service de luxe (wagons-lits, la nuit ; wagons-salons, le jour) en France et en Espagne ; trajet minimum de Paris à Tanger en 44 heures par le « Pyrénées-Côte d'Argent » ; 3 heures de mer seulement. Correspondance immédiate à Tanger par train rapide pour Fez, Rabat, Casablanca, et Marrakech.

2° par chemin de fer Paris-Toulouse et par avion au départ de Toulouse.

Service aérien quotidien entre Toulouse et Casablanca, avec escale à Tanger et à Rabat. Une nuit en chemin de fer ; une journée d'avion l'été, deux journées d'avion l'hiver.

3° par Hendaye, Madrid, Gibraltar et Casablanca.

Service maritime hebdomadaire — 15 heures de mer —. Trains rapides (1re, 2e classes et toutes classes) et service de luxe en France et en Espagne. Trajet minimum en 57 heures par le « Pyrénées-Côte d'Argent ».

4° par Toulouse, Port-Vendres, Oran et Oudjda.

Service maritime hebdomadaire — 28 heures de mer -- Trains rapides toutes classes et couchettes Paris-Port-Vendres-Quai. Au départ d'Oran, trains et services automobiles directs.

5° par Bordeaux et Casablanca.

Service maritime hebdomadaire. Traversée en trois jours environ.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Agence spéciale de la Compagnie d'Orléans, 16, boulevard des Capucines, à Paris, ou aux principales Agences de voyages.

SUR LA ROUTE D'HIVER DES ALPES EN AUTO-CARS P.-L.-M.

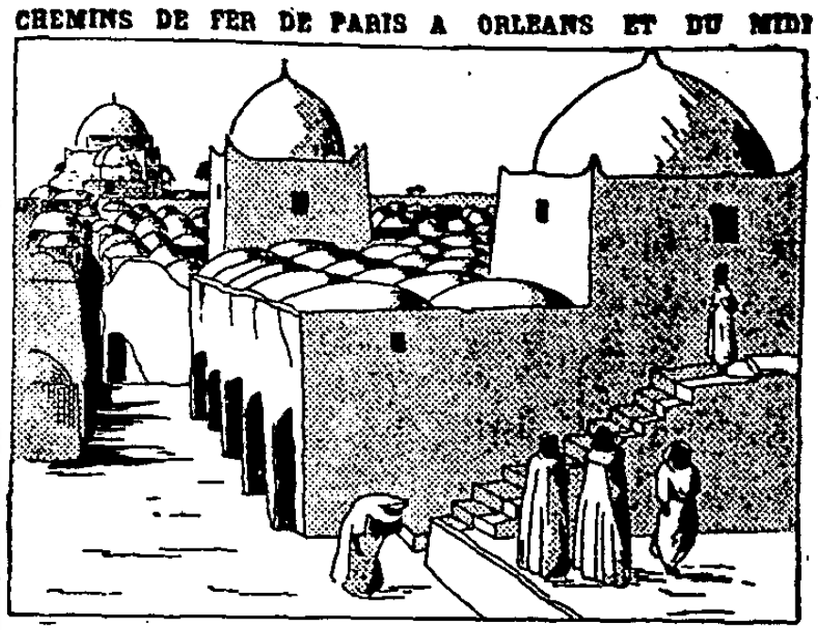
Jusqu'au 21 mars, les cars P.-L.-M. de la Route d'hiver des Alpes vont de Nice à Aix-les-Bains et d'Aix-les-Bains à Nice en trois étapes d'une journée chacune : Nice-Digne ; Digne-Grenoble ; Grenoble-Aix.

A partir du 1er avril, les deux étapes Digne-Grenoble et Grenoble-Aix, n'en font plus qu'une d'un seul jour.

Départs jusqu'au 28 février, de Nice les lundi et vendredi ; d'Aix-les-Bains les lundi et jeudi.

Départs tous les jours, dans les deux sens, du 1er mars au 20 mai.

CHEMINS DE FER DE PARIS A ORLEANS ET DU MIDI



Ville Ouled Naïl.

FRANCE - ALGÉRIE PAR PORT-VENDRES

Le trajet le plus rapide de Paris à Port-Vendres par Limoges-Toulouse-Narbonne en 1re et 2e cl.

En 3e cl, itinéraire par Bordeaux sans supplément de prix

Voitures directes toutes classes au départ de Paris-Quai d'Orsay pour Port-Vendres-Quai Maritime (couchettes en 1re cl.) les samedis et dimanches au départ de Paris, les jeudis et vendredis au départ de Port-Vendres-Quai Maritime.

Transbordement direct du train au bateau

La traversée la plus courte dans les eaux les plus abritées.

Service hebdomadaire pour Alger et Oran par **Paquebots rapides.**

Billets directs et enregistrement direct des Bagages pour Alger et Oran.

Pour tous renseignements, consulter le *Livret-Guide* officiel de la Compagnie d'Orléans.

POUR ALLER EN ANGLETERRE

avec le maximum de confort

avec le minimum de dépense

Prendre la ligne

PARIS-SAINT-LAZARE à LONDRES

par Dieppe-Newhaven

Services rapides de jour et de nuit

Tous les jours (Dimanches et Fêtes compris) et toute l'année

Plus de tracas pour louer vos places, même si vous voyagez sur les lignes de plusieurs réseaux.

Le voyageur qui effectue un long parcours en chemin de fer en empruntant plusieurs lignes (de réseaux différents très souvent), est embarrassé, à chacun de ses arrêts, pour louer les places qu'il désire occuper au cours de l'étape suivante.

C'est un souci qu'il peut s'épargner s'il voyage en 1re classe, couchette, canapés-lits, lits-salon, wagon-lit ou Pullmann, et si la gare d'où il part et celles où il doit s'arrêter sont parmi les suivantes : Paris, Angers, Bâle, Bordeaux-Saint-Jean, Boulogne, Brest, Caen, Calais, Charleville, Cherbourg, Dieppe, Dunkerque, Epinal, Grenoble, La Rochelle, Le Havre, Lille, Lyon-Perrache, Marseille Saint-Charles, Metz, Mulhouse, Nancy, Nantes, Reims, Rouen, Strasbourg, Saint-Etienne-Châteaucreux, Thionville, Toulouse-Matabiau.

Il lui suffit, pour que la gare de départ se substitue à lui, et remplisse toutes les formalités nécessaires (même s'il doit voyager sur plusieurs réseaux), d'adresser à celle-ci une demande 5 jours à l'avance. Cette demande écrite sur un imprimé spécial doit comporter tous les renseignements utiles et notamment la date des trains empruntés, la nature et le nombre des places à réserver ; elle est accompagnée du billet, nécessaire pour le premier déplacement et d'une consignation de 20 francs (40 francs, si l'on désire une place de wagon-lits ou de Pullmann)

LA FRANCE NOUVELLE

Revue de la Vie économique Française

Directeur : Paul GAULTIER

La **France Nouvelle** met ses lecteurs au courant de la Vie économique, agricole, industrielle, commerciale, financière et sociale de la France.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS :

Jean Aicard, Louis Barthou, Henri Bergson, Emile Boutroux, René Boylesve, *de l'Académie Française*, Albert Besnard, Charles Benoist, Ch. Diehl, E. Le Roy, Imbart de la Tour, Painlevé, Edmond Perrier, Abbé Sertillanges, *de l'Institut*. Professeur Debove, Professeur Vincent, *de l'Académie de Médecine*. J.-P. Belin, *Editeur*. Gustave Belot, *Inspecteur général de l'Instruction publique*. Colonel Bonvalot, Amiral Degouy, Guillet, *Professeur au Conservatoire*. Hébert, *Lieutenant de Vaisseau*. Kula, *Industriel*. G. Bruel, *Administrateur en chef des Colonies*. Abbé Calvet, *Agrégé de l'Université*. Victor Cambon, *Ingénieur*. Jean Chantavoine, Jacques de Coussange, Paul Delombre, *Ancien Ministre du Commerce*. A. Gérard, *Ambassadeur de France*. Ch. Gide, *Professeur à l'École de Droit*. Charles Géniaux, Dr Paul Godin, Haumant, *Professeur à la Faculté des Lettres*. Dr Helme, *Directeur-Adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes*. Georges Hersent, *Ingénieur*. Georges Lecomte, *ancien Président de la Société des Gens de Lettres*. Maurice Legendre, R. Legouez, *Ingénieur, Membre de la Chambre de Commerce de Paris*. E. Lemonon, Emile Moselly, Jean Maître, *Industriel, Conseiller général du Haut-Rhin*. Nicaise, *Administrateur-Délégué de la Cie Lorraine-Diétrich*. L. Noiret, *Industriel à Fourmies*. Emile Paris, *Inspecteur général de l'Enseignement technique*. Robert Pinot, *Secrétaire général du Comité des Forges*. Pralon, *Vice-Président du Comité des Forges*. A. Renucci, Firmin Roz, J.-E. Spenlé, *Professeur à la Faculté des Lettres d'Aix*. Me Henri-Robert, *Ancien Bâtonnier de l'Ordre des Avocats*. Villey, *de l'Institut, Doyen de la Faculté de Droit de Caen*.

La **France Nouvelle** paraît tous les mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT :

France	**25** francs
Etranger	**30** —

L'abonnement à la **France Nouvelle** *donne droit de faire partie à titre d'adhérent à l'*Union Française, Association Nationale pour l'expansion morale et matérielle de la France.

286, Boulevard Saint-Germain, PARIS (VIIe)

ENVOI D'UN SPECIMEN SUR DEMANDE

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON
ET A LA MÉDITERRAMÉE

Le Mont-Genèvre

Les pentes du Mont Genèvre au-dessus de Briançon, à 1.850 mètres d'altitude, sont particulièrement favorables aux skieurs.

Pour en faciliter l'accès, un service combiné (automobile d'Oulx à Clavières, traineau de Clavières au Mont Genèvre), est mis en marche à dater du 20 décembre, les samedi, dimanche, fêtes et veilles de fêtes.

Ce service est en correspondanc à Oulx avec les meilleurs trains en provenance ou en direction de Paris et de Lyon.

SUR LA ROUTE D'HIVER DES ALPES EN AUTO-CARS P.-L.-M.

Jusqu'au 21 mars, les cars P.-L.-M. de la Route d'hiver des Alpes vont de Nice à Aix-les-Bains et d'Aix-les-Bains à Nice en trois étapes d'une journée chacune : Nice-Digne ; Digne-Grenoble ; Grenoble-Aix.

A partir du 1er avril, les deux étapes Digne-Grenoble et Grenoble-Aix, n'en font plus qu'une d'un seul jour.

Départs jusqu'au 28 février, de Nice les lundi et vendredi ; d'Aix-les-Bains les lundi et jeudi.

Départs tous les jours, dans les deux sens, du 1er mars au 20 mai.

ENREGISTREMENT DES BAGAGES A DOMICILE DANS PARIS

La Compagnie d'Orléans croit devoir rappeler que, d'accord avec elle, la Société des Voyages Duchemin, 20, rue de Grammont, à Paris, effectue au domicile des voyageurs non seulement la délivrance des billets, l'enlèvement et la livraison des bagages, mais encore l'enregistrement de ces bagages.

Sans aucun dérangement et sur simple demande détaillée adressée à la Société Duchemin, le voyageur reçoit à domicile, à Paris, la visite des Agents de cette Société qui pèsent ses bagages et lui remettent immédiatement, contre paiement des taxes et frais, le billet de chemin de fer, le bulletin d'enregistrement de bagages et même un ticket « garde-place » s'il a manifesté le désir d'avoir une place retenue.

Les bagages sont ensuite conduits directement à la gare de Paris-Quai d'Orsay ou à celle de Paris-Austerlitz par les voitures de la Société Duchemin et le voyageur se trouve ainsi complètement débarrassé des soucis inhérents à tout départ.

S'adresser à la Société des Voyages Duchemin, 20, rue de Grammont ; à sa succursale, 39, avenue Victor-Hugo (Téléphone Gutenberg 06-15 et Central 97-51) et dans ses bureaux aux gares de Paris.

N.-B. — Cette Société assure un service analogue de Pornichet, La Baule, Le Pouliguen et Biarritz avec Paris ou inversement.

LE SERVICE DES TRAINS DE VOYAGEURS EST MAINTENU PENDANT L'HIVER ENTRE CHAMONIX, ARGENTIÈRES ET MONTROC LE PLANET

Les trains de voyageurs de la ligne électrique de Saint-Gervais à Chamonix et Vallorcine qui, pendant l'hiver, ne circulaient pas entre les Tines et Vallorcine, sont maintenus cette année jusqu'à Montroc le Planet.

D'importants travaux de protection de la ligne ont été en effet exécutés et les hivernants pourront aisément atteindre en chemin de fer, pendant la prochaine saison, les hauts champs de ski d'Argentière et du Planet.

Rapide de nuit Paris-Vintimille.

(places de luxe, 1re classe.)

Les rapides de nuit 5 et 6 sont désormais réservés aux voyageurs à destination ou en provenance des gares comprises entre Toulon et Vintimille. Ces trains comportent des places de wagons-lits de 1re et 2e classes, de lits-salons, de couchettes et de 1re classe ainsi qu'un wagon-restaurant.

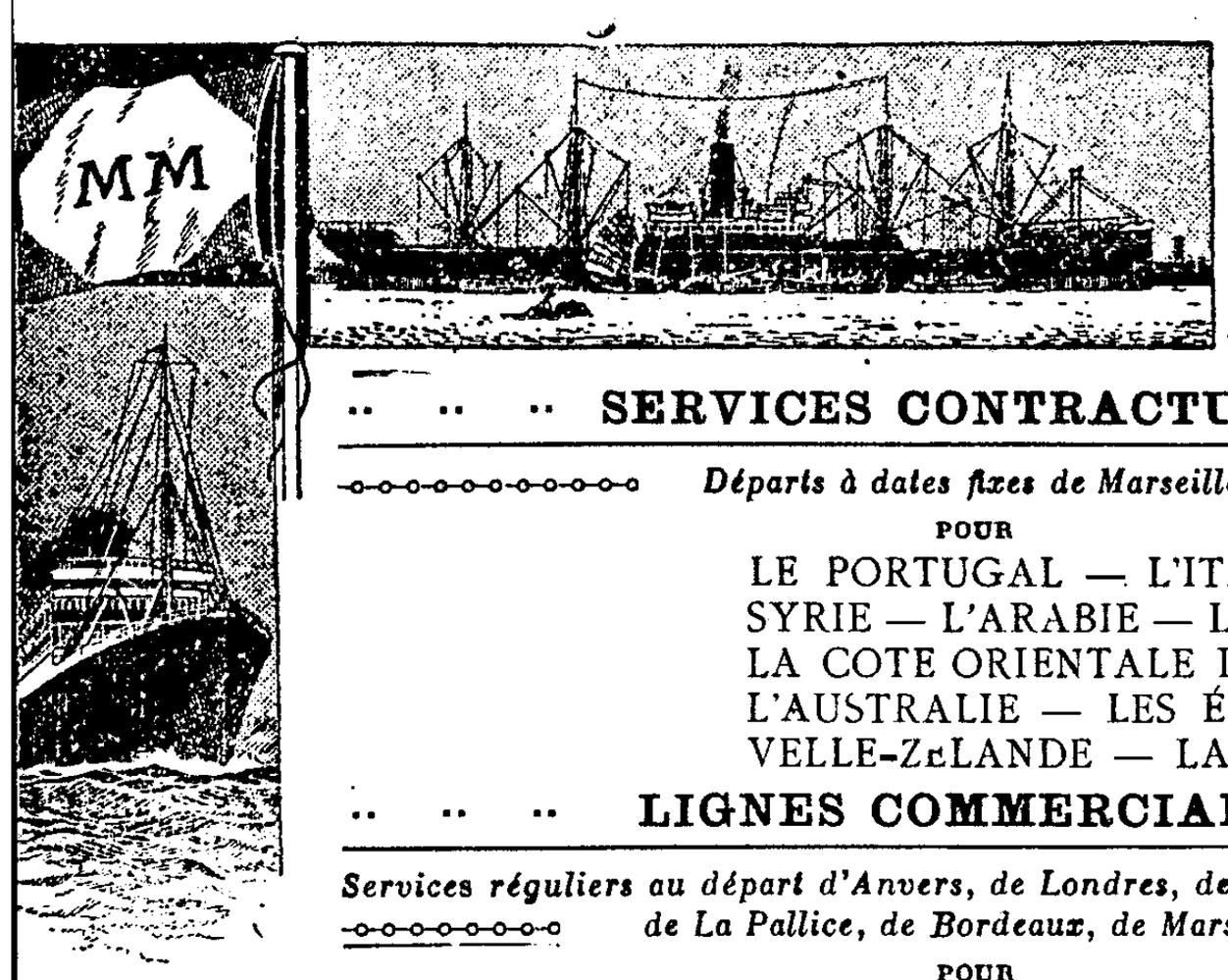
Départ de Paris 19 h. 30, de Dijon 23 h. 52.

Arrivée à Toulon 9 h. 20, à Cannes 11 h. 24, à Nice 12 h. 05, à Menton 13 h. 04, à Vintimille 13 h. 19.

Au retour :

Départ de Vintimille 13 h. 15, de Menton 13 h. 37, de Nice 14 h. 45, de Cannes 15 h. 28, de Toulon 17 h. 43.

Arrivée à Lyon-Perrache 0 h. 42, à Paris 8 h. 22.



MESSAGERIES MARITIMES

SERVICES CONTRACTUELS

Départs à dates fixes de Marseille

POUR

LE PORTUGAL — L'ITALIE — LA GRÈCE — LA TURQUIE — L'ÉGYPTE — LA SYRIE — L'ARABIE — LES INDES — L'INDO-CHINE — LA CHINE — LE JAPON LA COTE ORIENTALE D'AFRIQUE — MADAGASCAR — LA RÉUNION-MAURICE L'AUSTRALIE — LES ÉTABLISSEMENTS FRANÇAIS DE L'OCÉANIE — LA NOUVELLE-ZÉLANDE — LA NOUVELLE-CALÉDONIE

LIGNES COMMERCIALES

Services réguliers au départ d'Anvers, de Londres, de Dunkerque, du Havre, de La Pallice, de Bordeaux, de Marseille

POUR

LA MÉDITERRANÉE — L'INDE — L'INDO-CHINE ET L'EXTRÊME-ORIENT

VOYAGES CIRCULAIRES EN MEDITERRANEE

Par les paquebots de Luxe "**CHAMPOLLION**" — "**SPHINX**" — "**LOTUS**" — "**PIERRE LOTI**" et "**LAMARTINE**"

VOYAGES AUTOUR DU MONDE

ITINERAIRE : Marseille - Port-Saïd - Suez - Djibouti - Colombo - Fremantle - Melbourne - Sydney - Nouméa Suva - Papeete - Panama - Colon - Fort-de-France - Pointe-à-Pitre - Marseille

CONSIGNATION — TRANSIT — REPRESENTATION

Pour tous Renseignements, s'adresser à :

PARIS, siège social : 8, rue Vignon — MARSEILLE, agence générale : 3, place Sadi-Carnot

Les **Messageries Maritimes** sont en outre représentées dans tous les ports desservis par leurs navires, ainsi que dans les escales de France et de l'Étranger, par des Agents et des Correspondants. **Registre du Commerce (Seine) 31.016, 176.390.**

LA FRANCE NOUVELLE

Revue de la Vie économique Française

Directeur : Paul GAULTIER

La **France Nouvelle** met ses lecteurs au courant de la Vie économique, agricole, industrielle, commerciale, financière et sociale de la France.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS :

Jean Aicard, Louis Barthou, Henri Bergson, Emile Boutroux, René Boylesve, *de l'Académie Française*, Albert Besnard, Charles Benoist, Ch. Diehl, E. Le Roy, Imbart de la Tour, Painlevé, Edmond Perrier, Abbé Sertillanges, *de l'Institut*. Professeur Debove, Professeur Vincent, *de l'Académie de Médecine*. J.-P. Belin, *Editeur*. Gustave Belot, *Inspecteur général de l'Instruction publique*. Colonel Bonvalot, Amiral Degouy, Guillet, *Professeur au Conservatoire*. Hébert, *Lieutenant de Vaisseau*. Kula, *Industriel*. G. Bruel, *Administrateur en chef des Colonies*. Abbé Calvet, *Agrégé de l'Université*. Victor Cambon, *Ingénieur*. Jean Chantavoine, Jacques de Coussange, Paul Delombre, *Ancien Ministre du Commerce*. A. Gérard, *Ambassadeur de France*. Ch. Gide, *Professeur à l'Ecole de Droit*. Charles Géniaux, Dr Paul Godin, Haumant, *Profeseur à la Faculté des Lettres*. Dr Helme, *Directeur-Adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes*. Georges Hersent, *Ingénieur*. Georges Lecomte, *ancien Président de la Société des Gens de Lettres*. Maurice Legendre, R. Legouez, *Ingénieur, Membre de la Chambre de Commerce de Paris*. E. Lemonon, Emile Moselly, Jean Maître, *Industriel, Conseiller général du Haut-Rhin*. Nicaise, *Administrateur-Délégué de la Cie Lorraine-Diétrich*. L. Noiret, *Industriel à Fourmies*. Emile Paris, *Inspecteur général de l'Enseignement technique*. Robert Pinot, *Secrétaire général du Comité des Forges*. Pralon, *Vice-Président du Comité des Forges*. A. Renucci, Firmin Roz, J.-E. Spenlé, *Professeur à la Faculté des Lettres d'Aix*. Me Henri-Robert, *Ancien Bâtonnier de l'Ordre des Avocats*. Villey, *de l'Institut, Doyen de la Faculté de Droit de Caen*.

La **France Nouvelle** paraît tous les mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT :

France	**25 francs**
Etranger	**30 —**

L'abonnement à la **France Nouvelle** *donne droit de faire partie à titre d'adhérent à l'*Union Française, Association Nationale pour l'expansion morale et matérielle de la France.

286, Boulevard Saint-Germain, PARIS (VIIe)

ENVOI D'UN SPECIMEN SUR DEMANDE

CONCERTS DE LA REVUE BLEUE ET DE LA REVUE SCIENTIFIQUE

UN CONCERT DE GALA

FESTIVAL PH. GAUBERT

sera donné le mardi 24 février 1931, à 21 heures

à l'ancienne Salle du Conservatoire

2bis, rue du Conservatoire

au Profit de la Société Philanthropique

GALERIE PAQUEREAU

17, RUE MAZARINE

PEINTURES, SCULPTURES, DESSINS MODERNES

ATTILIO VALSUANI

FONDEUR A CIRE PERDUE

33, rue Coulmiers, Paris 14me

Téléphone : ALÉSIA 12-62

De Londres en Espagne, viâ Dieppe, Le Mans, Nantes, Bordeaux, par le rapide « Manche-Océan ». Correspondance du bateau Newhaven-Dieppe.

Voitures directes et couchettes toutes classes de Dieppe à Bordeaux. Wagon-restaurant.

Pour tous renseignements, s'adresser aux gares des Chemins de fer de l'Etat.

Pour vous rendre en Angleterre avec le maximum de confort, avec le minimum de dépense, utilisez les lignes de Paris-Saint-Lazare à Londres.

1° Viâ Dieppe-Newhaven. Services rapides de jour et de nuit.

2° Viâ Le Havre-Southampton. Service de nuit seulement.

Paquebots les plus rapides et les plus luxueux de la Manche.

Eau de régime des ARTHRITIQUES

VICHY CÉLESTINS

en bouteilles, demies et quarts

Reg. du Com. Paris 30.051

Le Maroc

Les bonnes relations entre la France et le Maroc au départ de Paris-Quai d'Orsay.

1° par Hendaye, Madrid, Algésiras et Tanger (seul service quotidien n'empruntant pas la voie des airs).

Trains rapides (1re et 2e classes et toutes classess et service de luxe (wagons-lits, la nuit ; wagons-salons, le jour) en France et en Espagne ; trajet minimum de Paris à Tanger en 44 heures par le « Pyrénées-Côte d'Argent » ; 3 heures de mer seulement. Correspondance immédiate à Tanger par train rapide pour Fez, Rabat, Casablanca, et Marrakech.

2° par chemin de fer Paris-Toulouse et par avion au départ de Toulouse.

Service aérien quotidien entre Toulouse et Casablanca, avec escale à Tanger et à Rabat. Une nuit en chemin de fer ; une journée d'avion l'été, deux journées d'avion l'hiver.

3° par Hendaye, Madrid, Gibraltar et Casablanca.

Service maritime hebdomadaire — 15 heures de mer —. Trains rapides (1re, 2e classes et toutes classes) et service de luxe en France et en Espagne. Trajet minimum en 57 heures par le « Pyrénées-Côte d'Argent ».

4° par Toulouse, Port-Vendres, Oran et Oudjda.

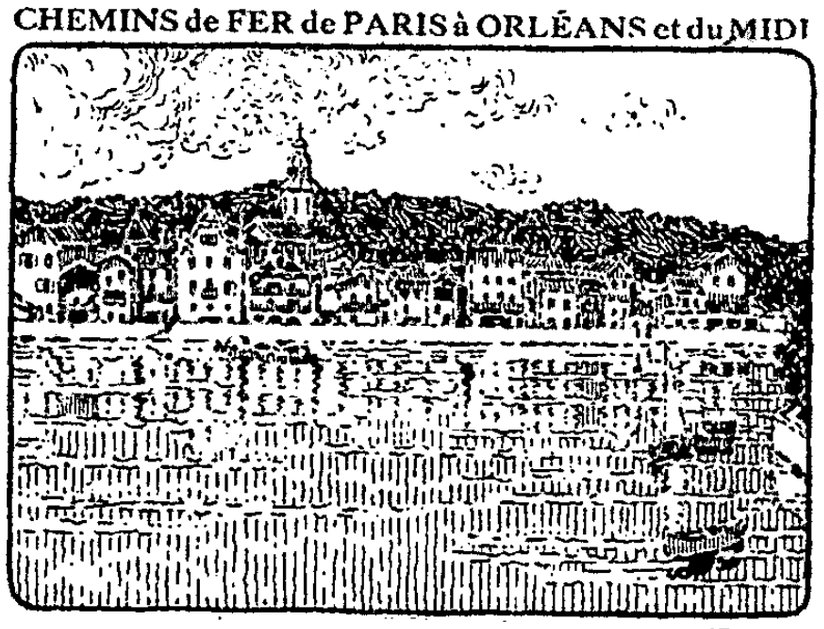
Service maritime hebdomadaire — 28 heures de mer — Trains rapides toutes classes et couchettes Paris-Port-Vendres-Quai. Au départ d'Oran, trains et services automobiles directs.

5° par Bordeaux et Casablanca.

Service maritime hebdomadaire. Traversée en trois jours environ.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Agence spéciale de la Compagnie d'Orléans, 16, boulevard des Capucines, à Paris, ou aux principales Agences de voyages.

CHEMINS de FER de PARIS à ORLÉANS et du MIDI



CIBOURE, près Saint-Jean-de-Luz.

Le Printemps aux Pyrénées et sur la Côte d'Argent

ARCACHON, PAU, BIARRITZ,
SAINT-JEAN-DE-LUZ, HENDAYE,
DAX, SALIES-DE-BEARN

Excellents terrains de Golf
Pelote Basque - Tir au pigeon
Fêtes artistiques et sportives
Excursions en Béarn et au Pays Basque
Pêche dans les lacs des Pyrénées

Trains rapides de luxe " Sud-Express "
et " Pyrénées-Côte-d'Argent "
Train rapide de nuit 1ère et 2me cl
Train express de nuit avec wagons-lits 1ère et 2me cl et train express de jour avec voiture directe 1ère et 2ème classe pour Arcachon

Pour tous renseignements, consulter le Livret-Guide officiel de la Compagnie d'Orléans

LA FRANCE NOUVELLE

Revue de la Vie économique Française

Directeur : Paul GAULTIER

La **France Nouvelle** met ses lecteurs au courant de la Vie économique, agricole, industrielle, commerciale, financière et sociale de la France.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS :

Jean Aicard, Louis Barthou, Henri Bergson, Emile Boutroux, René Boylesve, *de l'Académie Française*, Albert Besnard, Charles Benoist, Ch. Diehl, E. Le Roy, Imbart de la Tour, Painlevé, Edmond Perrier, Abbé Sertillanges, *de l'Institut*. Professeur Debove, Professeur Vincent, *de l'Académie de Médecine*. J.-P. Belin, *Editeur*. Gustave Belot, *Inspecteur général de l'Instruction publique*. Colonel Bonvalot, Amiral Degouy, Guillet, *Professeur au Conservatoire*. Hébert, *Lieutenant de Vaisseau*. Kula, *Industriel*. G. Bruel, *Administrateur en chef des Colonies*. Abbé Calvet, *Agrégé de l'Université*. Victor Cambon, *Ingénieur*. Jean Chantavoine, Jacques de Coussange, Paul Delombre, *Ancien Ministre du Commerce*. A. Gérard, *Ambassadeur de France*. Ch. Gide, *Professeur à l'Ecole de Droit*. Charles Géniaux, Dr Paul Godin, Haumant, *Professeur à la Faculté des Lettres*. Dr Helme, *Directeur-Adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes*. Georges Hersent, *Ingénieur*. Georges Lecomte, *ancien Président de la Société des Gens de Lettres*. Maurice Legendre, R. Legouez, *Ingénieur, Membre de la Chambre de Commerce de Paris*. E. Lemonon, Emile Moselly, Jean Maître, *Industriel, Conseiller général du Haut-Rhin*. Nicaise, *Administrateur-Délégué de la Cie Lorraine-Diétrich*. L. Noiret, *Industriel à Fourmies*. Emile Paris, *Inspecteur général de l'Enseignement technique*. Robert Pinot, *Secrétaire général du Comité des Forges*. Pralon, *Vice-Président du Comité des Forges*. A. Renucci, Firmin Roz, J.-E. Spenlé, *Professeur à la Faculté des Lettres d'Aix*. Me Henri-Robert, *Ancien Bâtonnier de l'Ordre des Avocats*. Villey, *de l'Institut, Doyen de la Faculté de Droit de Caen*.

La **France Nouvelle** paraît tous les mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT :

France	**25 francs**
Etranger	**30 —**

L'abonnement à la **France Nouvelle** *donne droit de faire partie à titre d'adhérent à* **l'Union Française,** Association Nationale pour l'expansion morale et matérielle de la France.

286, Boulevard Saint-Germain, PARIS (VIIe)

ENVOI D'UN SPECIMEN SUR DEMANDE

Eau de régime des ARTHRITIQUES

VICHY CÉLESTINS

en bouteilles, demies et quarts

Reg. du Com. Paris 30.051

Le Maroc

Les bonnes relations entre la France et le Maroc au départ de Paris-Quai d'Orsay.

1° par Hendaye, Madrid, Algésiras et Tanger (seul service quotidien n'empruntant pas la voie des airs).

Trains rapides (1re et 2e classes et toutes classess et service de luxe (wagons-lits, la nuit ; wagons-salons, le jour) en France et en Espagne ; trajet minimum de Paris à Tanger en 44 heures par le « Pyrénées-Côte d'Argent » ; 3 heures de mer seulement. Correspondance immédiate à Tanger par train rapide pour Fez, Rabat, Casablanca, et Marrakech.

2° par chemin de fer Paris-Toulouse et par avion au départ de Toulouse.

Service aérien quotidien entre Toulouse et Casablanca, avec escale à Tanger et à Rabat. Une nuit en chemin de fer ; une journée d'avion l'été, deux journées d'avion l'hiver.

3° par Hendaye, Madrid, Gibraltar et Casablanca.

Service maritime hebdomadaire — 15 heures de mer —. Trains rapides (1re, 2e classes et toutes classes) et service de luxe en France et en Espagne. Trajet minimum en 57 heures par le « Pyrénées-Côte d'Argent ».

4° par Toulouse, Port-Vendres, Oran et Oudjda.

Service maritime hebdomadaire — 28 heures de mer — Trains rapides toutes classes et couchettes Paris-Port-Vendres-Quai. Au départ d'Oran, trains et services automobiles directs.

5° par Bordeaux et Casablanca.

Service maritime hebdomadaire. Traversée en trois jours environ.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Agence spéciale de la Compagnie d'Orléans, 16, boulevard des Capucines, à Paris, ou aux principales Agences de voyages.

L'Algérie

Relations France-Algérie, par Port-Vendres.

Le trajet le plus direct de Paris à Port-Vendres par Limoges, Toulouse, Carcassonne, Narbonne, Perpignan, toutes classes avec couchettes en 1re classe. Départ de Paris-Quai d'Orsay, 17 h. 14 ; arrivée à Port-Vendres, 8 h. 45. Wagon-restaurant de Paris à Châteauroux. Billets directs et enregistrement direct des bagages de Paris-Quai d'Orsay à Alger ou Oran, et vice-versa.

La seule voie permettant le transbordement direct du train au paquebot. La traversée la plus courte dans les eaux les mieux abritées, par la Compagnie de Navigation Mixte (Cie Touache).

a) Port-Vendres-Alger. Départ de Port-Vendres les lundis et vendredis, à 10 heures ; arrivée à Alger le lendemain à 8 heures.

b) Fort-Vendres-Oran. Départ de Port-Vendres le dimanche à 10 heures ; arrivée à Oran le lendemain à 17 heures.

Nota. — Le train de luxe Barcelone-Express partant de Paris-Quai d'Orsay à 19 h. 10 permet également de prendre les bateaux pour Alger et Oran ; le voyageur doit alors s'assurer son transport et celui de ses bagages de la gare de Port-Vendres au quai d'embarquement.

Trains et paquebots rapides.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser notamment : à l'Agence spéciale P.-O.-Midi, 16, boul. des Capucines, ou aux bureaux de Renseignements de la gare du Quai d'Orsay et 126, boul. Raspail, à Paris ; aux principales Agences de voyage.

Éditeurs : FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne DAVID NUTT, Londres - AKAD, VERLAGSGESELLSCHAFT, Leipzig R. E. STECHERT & Co., New-York - RUIZ HERMANOS, Madrid ENASCENÇA PORTUGUESA, Porto - THE MARUZEN Company, Tokyo.

" SCIENTIA "

Revue Internationale de Synthèse scientifique

Paraissant mensuellement en fascicules de 100 à 120 pages chacun

Directeur : **EUGENIO RIGNANO**

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale.

EST L'UNIQUE REVUE à diffusion absolument mondiale.

EST L'UNIQUE REVUE de synthèse et d'unification du savoir qui traite les questions fondamentales de toutes les sciences : histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie et sociologie.

EST L'UNIQUE REVUE qui, par des enquêtes conduites auprès des plus éminents savants et écrivains de tous les pays (*Sur les principes philosophiques des diverses sciences ; Sur les questions d'astronomie et de physique les plus fondamentales qui se trouvent à l'ordre du jour ; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir ; Sur les plus importantes questions de biologie ; Sur les grandes questions économiques et sociologiques internationales*, étudie tous les problèmes essentiels qui agitent les milieux intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier essai d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique.

EST L'UNIQUE REVUE qui puisse se vanter d'avoir parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier. Une liste de ceux-ci, comprenant plus de 350 noms, est reproduite dans tous les fascicules.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs et à chaque fascicule est joint *un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français*. Ainsi la revue est completement accessible même à qui ne connait que la langue française. (*Demandez un numéro spécimen gratuit* au Secrétaire Général de « Scientia », Milan, en joignant à la demande, pour remboursement des frais d'envoi, la somme de trois francs en timbres poste français.)

ABONNEMENT . Fr. 20^.

BUREAUX DE LA REVUE: Via A. De Togni 12 - Milano (116)

Secrétaire Général : DR. PAOLO BONETTI.

SOCIETÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 100.000.000. de Francs (Régie intéressée)

PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce de la Seine, n° 45.043

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :

6, RUE CONDORCET

66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire

53, boulevard Rochechouart - 16, rue Franklin - 92, boulevard Raspail

13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville

43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Meissonnier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprécier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à Incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs, Calorifères, Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves, etc. Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurants. Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE :

45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET.

LA FRANCE NOUVELLE

Revue de la Vie économique Française

Directeur : Paul GAULTIER

La **France Nouvelle** met ses lecteurs au courant de la Vie économique, agricole, industrielle, commerciale, financière et sociale de la France.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS :

Jean Aicard, Louis Barthou, Henri Bergson, Emile Boutroux, René Boylesve, *de l'Académie Française*, Albert Besnard, Charles Benoist, Ch. Diehl, E. Le Roy, Imbart de la Tour, Painlevé, Edmond Perrier, Abbé Sertillanges, *de l'Institut*. Professeur Debove, Professeur Vincent, *de l'Académie de Médecine*. J.-P. Belin, *Editeur*. Gustave Belot, *Inspecteur général de l'Instruction publique*. Colonel Bonvalot, Amiral Degouy, Guillet, *Professeur au Conservatoire*. Hébert, *Lieutenant de Vaisseau*. Kula, *Industriel*. G. Bruel, *Administrateur en chef des Colonies*. Abbé Calvet, *Agrégé de l'Université*. Victor Cambon, *Ingénieur*. Jean Chantavoine, Jacques de Coussange, Paul Delombre, *Ancien Ministre du Commerce*. A. Gérard, *Ambassadeur de France*. Ch. Gide, *Professeur à l'Ecole de Droit*. Charles Géniaux, Dr Paul Godin, Haumant, *Profeseur à la Faculté des Lettres*. Dr Helme, *Directeur-Adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes*. Georges Hersent, *Ingénieur*. Georges Lecomte, *ancien Président de la Société des Gens de Lettres*. Maurice Legendre, R. Legouez, *Ingénieur, Membre de la Chambre de Commerce de Paris*. E. Lemonon, Emile Moselly, Jean Maître, *Industriel, Conseiller général du Haut-Rhin*. Nicaise, *Administrateur-Délégué de la Cie Lorraine-Diétrich*. L. Noiret, *Industriel à Fourmies*. Emile Paris, *Inspecteur général de l'Enseignement technique*. Robert Pinot, *Secrétaire général du Comité des Forges*. Pralon, *Vice-Président du Comité des Forges*. A. Renucci, Firmin Roz, J.-E. Spenlé, *Professeur à la Faculté des Lettres d'Aix*. Me Henri-Robert, *Ancien Bâtonnier de l'Ordre des Avocats*. Villey, *de l'Institut, Doyen de la Faculté de Droit de Caen*.

La **France Nouvelle** paraît tous les mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT :

France . . . . . **25 francs**
Etranger . . . . . **30 —**

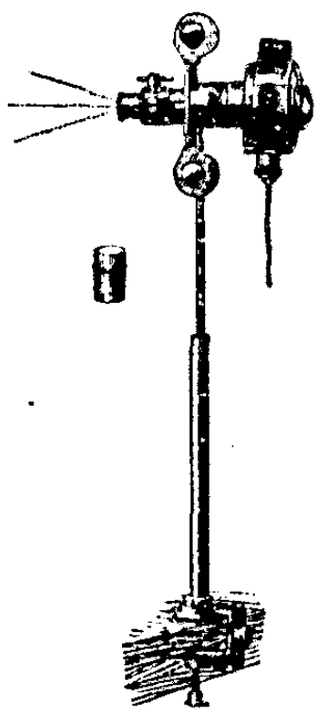
L'abonnement à la **France Nouvelle** *donne droit de faire partie à titre d'adhérent à l'***Union Française,** Association Nationale pour l'expansion morale et matérielle de la France.

286, Boulevard Saint-Germain, PARIS (VII^e^)

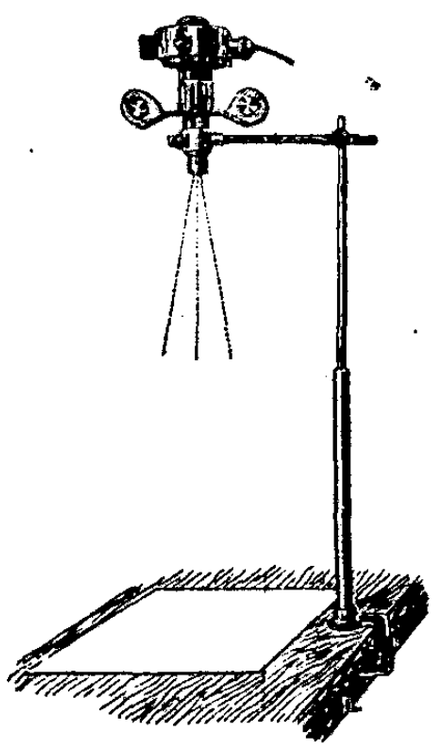
ENVOI D'UN SPECIMEN SUR DEMANDE

LA PHOTOSCOPIE

PHOTOSCOPE
MODÈLE A

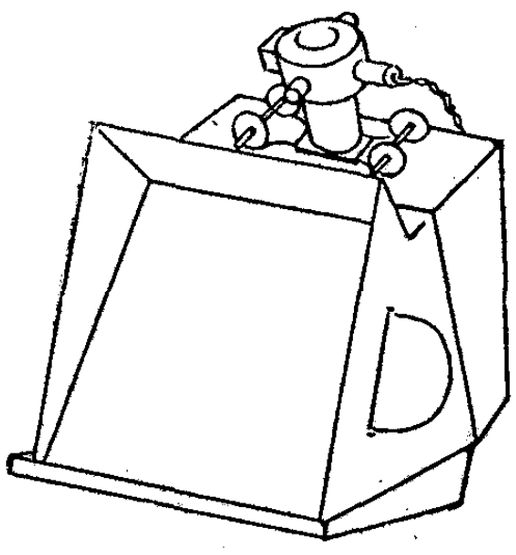


En position horizontale pour Conférence.



En projection verticale pour la lecture individuelle.

PHOTOSCOPE DE LECTURE



LA Photoscopie est un procédé qui enregistre photographiquement sur film, les documents de toute nature : photos, dessins, textes imprimés ou manuscrits, modèles, etc., etc.... Elle en assure ainsi la reproduction, la conservation et le classement d'une façon pratique et économique.

Le film photoscopique est du format ciné standard (18 × 24). Les documents enregistrés sous cette forme peuvent être reproduits à l'infini et restitués en un format quelconque, par projection ou par agrandissement sur papier.

La Photoscopie a créé, pour la lecture et la projection fixe des films, un matériel parfaitement étudié, répondant aux besoins du Conférencier du Professeur, de l'Erudit, du Publiciste et de tous ceux qui, à un titre quelconque, doivent avoir recours à une iconographie abondante et variée.

LES PHOTOSCOPES

Les Photoscopes, dont nous donnons ici les figures ci-contre, sont des appareils de prix modérés, d'un emploi simple et sûr. Très réduits, ils sont néanmoins d'une grande puissance lumineuse. Ils permettent la projection fixe du film sur écran pour un public nombreux, ou sur table pour la lecture individuelle. Ils se prêtent particulièrement à l'étude des textes et au relevé rapide de croquis.

LES ÉDITIONS PHOTOSCOPIQUES

Les Editions Photoscopiques forment le fonds documentaire le plus important existant : 1.600 films fixes actuellement parus réunissent plus de 75.000 vues englobant tous les sujets : Sciences, Industries, Arts, Archéologie, Voyages, etc...

Des séries ont été spécialement établies pour l'Enseignement à tous les degrés :

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE, SECONDAIRE, SUPÉRIEUR.
ENSEIGNEMENT TECHNIQUE.

Ces films établis conformément aux Programmes Universitaires sont pour les Professeurs un puissant auxiliaire, d'une valeur pédagogique incontestable.

En dehors de ses Editions courantes, la Photoscopie édite, pour ses clients, des films répondant à leurs besoins particuliers. Elle reproduit également sur papier à un nombre quelconque d'exemplaires et à des prix exceptionnellement avantageux, tous documents industriels, commerciaux, artistiques. Ces reproductions sont en positif, c'est-à-dire noire sur blanc (Documentations, recherches scientifiques, etc.).

RENSEIGNEMENTS ET CATALOGUES FRANCO

Des conditions spéciales sont réservées à nos Lecteurs.

ADRESSER TOUTES DEMANDES A LA REVUE SCIENTIFIQUE

Éditeurs : FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne
DAVID NUTT, Londres - AKAD, VERLAGSGESELLSCHAFT, Leipzig
R. E. STECHERT & Co., New-York - RUIZ HERMANOS, Madrid
FERNANDO MACHADO & Cia, Porto - THE MARUZEN Company, Tokyo.

" SCIENTIA ,,

Revue Internationale de Synthèse scientifique

Paraissant mensuellement en fascicules de 100 à 120 pages chacun

Ex-Directeur : EUGENIO RIGNANO

Directeurs : **F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES**

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale.

EST L'UNIQUE REVUE à diffusion absolument mondiale.

EST L'UNIQUE REVUE de synthese et d'unification du savoir qui traite les questions fondamentales de toutes les sciences : histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie et sociologie.

EST L'UNIQUE REVUE qui, par des enquêtes conduites auprès des plus éminents savants et écrivains de tous les pays (*Sur les principes philosophiques des diverses sciences ; Sur les questions d'astronomie et de physique les plus fondamentales qui se trouvent à l'ordre du jour ; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir ; Sur les plus importantes questions de biologie ; Sur les grandes questions économiques et sociologiques internationales*), étudie tous les problemes essentiels qui agitent les milieux intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier essai d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique.

EST L'UNIQUE REVUE qui puisse se vanter d'avoir parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs et à chaque fascicule est joint *un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français*. Ainsi la revue est completement accessible même à qui ne connait que la langue française. (*Demandez un numéro spécimen gratuit* au Secrétaire Général de « Scientia », Milan, en joignant à la demande, pour remboursement des frais d'envoi, la somme de trois francs en timbres poste français.)

ABONNEMENT : Fr. 200.

BUREAUX DE LA REVUE : Via A. De Togni 12 - Milano (116)

Secrétaire Général : DR PAOLO BONETTI.

SOCIETÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 100.000.000. de Francs (Régie intéressée)

PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce de la Seine, n° 45.943

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :

6, RUE CONDORCET

66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire
53, boulevard Rochechouart - 16, rue Franklin - 92, boulevard Raspail
13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville
43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Meissonnier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprecier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs, Calorifères, Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves, etc. Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurant. Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE :
45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET.

INFECTIONS, SEPTICÉMIES

Lantol

Rhodium Colloïdal Electrique

Labor. COUTURIEUX, 18, Avenue Hoche, PARIS

Eau de régime des ARTHRITIQUES

VICHY CÉLESTINS

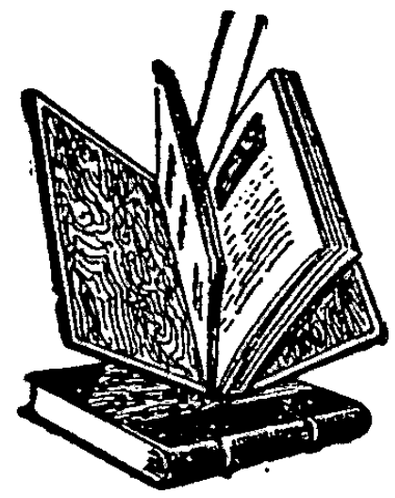
en bouteilles, demies et quarts

Reg. du Com. Paris 30.051

SELFIOR

Reliure instantanée pour un an de nos éditions :

Revue Bleue
Revue Scientifique
France Nouvelle



L'Administration se fera un plaisir d'adresser à tous ceux de ses nombreux lecteurs qui lui en feront la demande, contre la somme de **10** fr. et **2** fr. de port, un **SELFIOR**, reliure automatique permettant de relier soi-même soit en fin d'année soit en cours d'abonnement une collection annuelle de nos revues.

Pour l'Etranger le prix du port est de : Frs **4.50**

SELF-RELIURE : Reliure extensible pour livres brochés

Éditeurs : FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne
DAVID NUTT, Londres - AKAD, VERLAGSGESELLSCHAFT, Leipzig
R. E. STECHERT & Co., New-York - RUIZ HERMANOS, Madrid
FERNANDO MACHADO & Cia, Porto - THE MARUZEN Company, Tokyo.

" SCIENTIA "

Revue Internationale de Synthèse scientifique

Paraissant mensuellement en fascicules de 100 à 120 pages chacun

Ex-Directeur : EUGENIO RIGNANO

Directeurs : **F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES**

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale.

EST L'UNIQUE REVUE à diffusion absolument mondiale.

EST L'UNIQUE REVUE de syntnese et d'unification du savoir qui traite les questions fondamentales de toutes les sciences : histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie et sociologie.

EST L'UNIQUE REVUE qui, par des enquêtes conduites auprès des plus éminents savants et écrivains de tous les pays (*Sur les principes philosophiques des diverses sciences ; Sur les questions d'astronomie et de physique les plus fondamentales qui se trouvent à l'ordre du jour ; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir ; Sur les plus importantes questions de biologie ; Sur les grandes questions économiques et sociologiques internationales*), étudie tous les problèmes essentiels qui agitent les milieux intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier essai d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique.

EST L'UNIQUE REVUE qui puisse se vanter d'avoir parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs et à chaque fascicule est joint *un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français*. Ainsi la revue est completement accessible même à qui ne connait que la langue française. (*Demandez un numéro spécimen gratuit* au Secrétaire Général de « Scientia », Milan, en joignant à la demande, pour remboursement des frais d'envoi, la somme de trois francs en timbres poste français.)

ABONNEMENT : Fr. 200.

BUREAUX DE LA REVUE : Via A. De Togni 12 - Milano (116)

Secrétaire Général : DR PAOLO BONETTI.

SOCIETÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 100.000.000. de Francs (Régie intéressée)

PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce de la Seine, n° 45.043

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :

6, RUE CONDORCET

66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire
53, boulevard Rochechouart - 16, rue Franklin - 92, boulevard Raspail
13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville
43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Meissonnier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprecier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs, Calorifères, Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves, etc. Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurants. Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE !
45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET

L'Algérie

Relations France-Algérie, par Port-Vendres.

Le trajet le plus direct de Paris à Port-Vendres par Limoges, Toulouse, Carcassonne, Narbonne Perpignan, toutes classes avec couchettes en 1re classe. Départ de Paris-Quai d'Orsay 17 h. 14 ; arrivée à Port-Vendres, 8 h. 45. Wagon-restaurant de Paris à Châteauroux. Billets directs et enregistrement direct des bagages de Paris-Quai d'Orsay à Alger ou Oran, et vice versa.

La seule voie permettant le transbordement direct du train au paquebot. La traversée la plus courte dans les eaux les mieux abritées, par la Compagnie de Navigation Mixte (Cie Touache)

a) Port-Vendres-Alger. Départ de Port-Vendres les lundis et vendredis, à 10 heures ; arrivée à Alger le lendemain à 8 heures.

b) Port-Vendres-Oran. Départ de Port-Vendres le dimanche à 10 heures ; arrivée à Oran le lendemain à 17 heures.

Nota. — Le train de luxe Barcelone-Express partant de Paris-Quai d'Orsay à 19 h. 10 permet également de prendre les bateaux pour Alger et Oran ; le voyageur doit alors s'assurer son transport et celui de ses bagages de la gare de Port-Vendres au quai d'embarquement.

Trains et paquebots rapides.

Pour tous renseignements complémentaires s'adresser notamment : à l'Agence spéciale P.-O.-Midi, 16, boul. des Capucines ou aux bureaux de Renseignements de la gare du Quai d'Orsay et 126, boul. Raspail, à Paris ; aux principales Agences de voyage.

POUR ALLER EN ANGLETERRE

avec le maximum de confort

avec le minimum de dépense

Prendre la ligne

PARIS-SAINT-LAZARE à LONDRES

par Dieppe-Newhaven

Services rapides de jour et de nuit

Tous les jours (Dimanches et Fêtes compris) et toute l'année

Paris-Casablanca par trains et avions de luxe

La vitesse et le confort s'allient de plus en plus.

Depuis le 1er mai, l'avion pour Casablanca part de Toulouse à 6 h. 15 avec la correspondance du train de luxe « **BARCELONE-EXPRESS** », qui a quitté Paris à 19 h. 20 la veille au soir.

Un car de luxe prend à la descente du train le voyageur qui trouve à l'aérodrome un avion-Pullman les mardis, jeudis et samedis et un avion-Limousine les mercredis, vendredis et dimanches (arrivée à Casablanca vers 16 h. 45, le jour même).

Paris-Casablanca en 21 heues, dans un lit et un fauteuil ; c'est un véritable rêve !

NOUS rappelons à nos abonnés qu'il nous est impossible de tenir compte des demandes de changement d'adresse non accompagnées de 1 franc en timbres postes.

Le Maroc

Les bonnes relations entre la France et le Maroc au départ de Paris-Quai d'Orsay.

1° par Hendaye, Madrid, Algésiras et Tanger (seul service quotidien n'empruntant pas la voie des airs).

Trains rapides (1re et 2e classes et toutes classess et service de luxe (wagons-lits, la nuit ; wagons-salons, le jour) en France et en Espagne ; trajet minimum de Paris à Tanger en 44 heures par le « Pyrénées-Côte d'Argent » ; 3 heures de mer seulement. Correspondance immédiate à Tanger par train rapide pour Fez, Rabat, Casablanca, et Marrakech.

2° par chemin de fer Paris-Toulouse et par avion au départ de Toulouse.

Service aérien quotidien entre Toulouse et Casablanca, avec escale à Tanger et à Rabat. Une nuit en chemin de fer ; une journée d'avion l'été, deux journées d'avion l'hiver.

3° par Hendaye, Madrid, Gibraltar et Casablanca.

Service maritime hebdomadaire — 15 heures de mer —. Trains rapides (1re, 2e classes et toutes classes) et service de luxe en France et en Espagne. Trajet minimum en 57 heures par le « Pyrénées-Côte d'Argent ».

4° par Toulouse, Port-Vendres, Oran et Oudjda.

Service maritime hebdomadaire — 28 heures de mer — Trains rapides toutes classes et couchettes Paris-Port-Vendres-Quai. Au départ d'Oran, trains et services automobiles directs.

5° par Bordeaux et Casablanca.

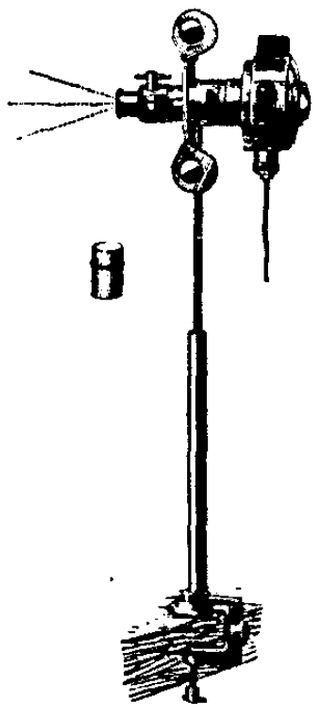
Service maritime hebdomadaire. Traversée en trois jours environ.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Agence spéciale de la Compagnie d'Orléans, 16, boulevard des Capucines, à Paris, ou aux principales Agences de voyages.

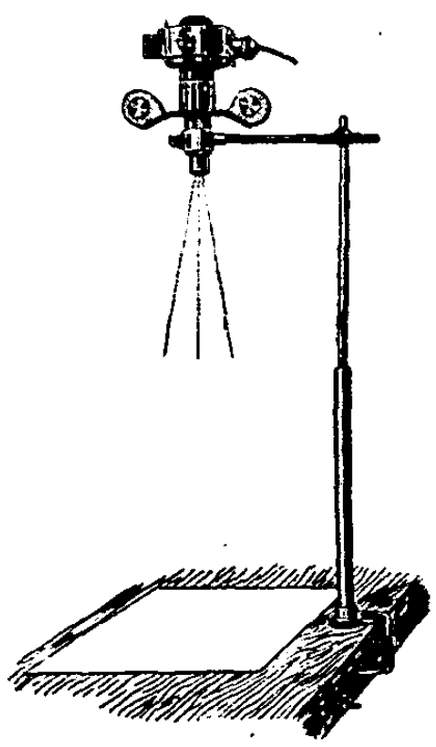
*

LA PHOTOSCOPIE

PHOTOSCOPE
MODÈLE A

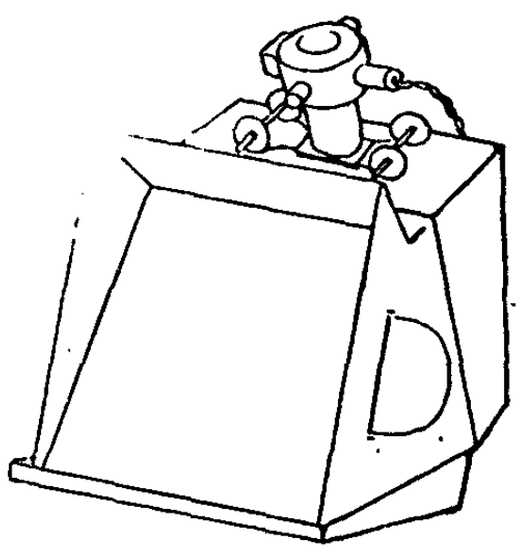


En position horizontale pour Conférence.



En projection verticale pour la lecture individuelle.

PHOTOSCOPE DE LECTURE



L'A Photoscopie est un procédé qui enregistre photographiquement sur film, les documents de toute nature : photos, dessins, textes imprimés ou manuscrits, modèles, etc., etc.... Elle en assure ainsi la reproduction, la conservation et le classement d'une façon pratique et économique.

Le film photoscopique est du format ciné standard (18 × 24). Les documents enregistrés sous cette forme peuvent être reproduits à l'infini et restitués en un format quelconque, par projection ou par agrandissement sur papier.

La Photoscopie a créé, pour la lecture et la projection fixe des films, un matériel parfaitement étudié, répondant aux besoins du Conférencier du Professeur, de l'Erudit, du Publiciste et de tous ceux qui, à un titre quelconque, doivent avoir recours à une iconographie abondante et variée.

LES PHOTOSCOPES

Les Photoscopes, dont nous donnons ici les figures ci-contre, sont des appareils de prix modérés, d'un emploi simple et sûr. Très réduits, ils sont néanmoins d'une grande puissance lumineuse. Ils permettent la projection fixe du film sur écran pour un public nombreux, ou sur table pour la lecture individuelle. Ils se prêtent particulièrement à l'étude des textes et au relevé rapide de croquis.

LES ÉDITIONS PHOTOSCOPIQUES

Les Editions Photoscopiques forment le fonds documentaire le plus important existant : 1.600 films fixes actuellement parus réunissent plus de 75.000 vues englobant tous les sujets : Sciences, Industries, Arts, Archéologie, Voyages, etc...

Des séries ont été spécialement établies pour l'Enseignement à tous les degrés :

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE, SECONDAIRE, SUPÉRIEUR.
ENSEIGNEMENT TECHNIQUE.

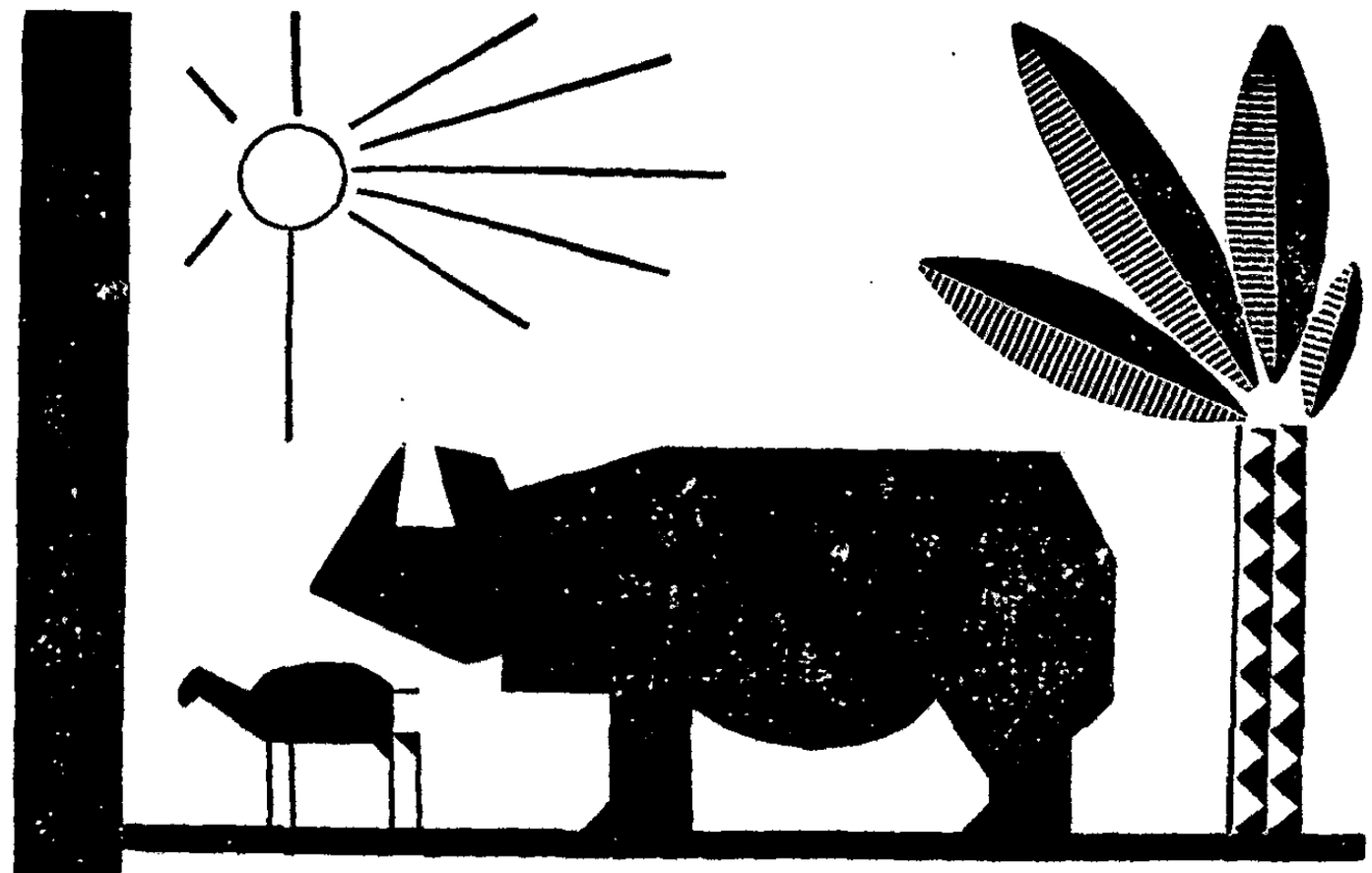
Ces films établis conformément aux Programmes Universitaires sont pour les Professeurs un puissant auxiliaire, d'une valeur pédagogique incontestable.

En dehors de ses Editions courantes, la Photoscopie édite, pour ses clients, des films répondant à leurs besoins particuliers. Elle reproduit également sur papier à un nombre quelconque d'exemplaires et à des prix exceptionnellement avantageux, tous documents industriels, commerciaux, artistiques. Ces reproductions sont en positif, c'est-à-dire noire sur blanc (Documentations, recherches scientifiques, etc.).

RENSEIGNEMENTS ET CATALOGUES FRANCO

Des conditions spéciales sont réservées à nos Lecteurs.

ADRESSER TOUTES DEMANDES A LA REVUE SCIENTIFIQUE



EXPOSITION COLONIALE INTERNATIONALE

PARIS
MAI
NOV
1931

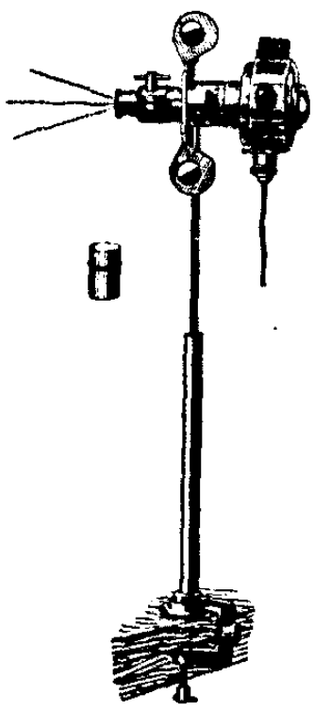
La faune et la flore, l'art, l'industrie, la vie dans un cadre exotique...

Le plus beau voyage à travers le monde

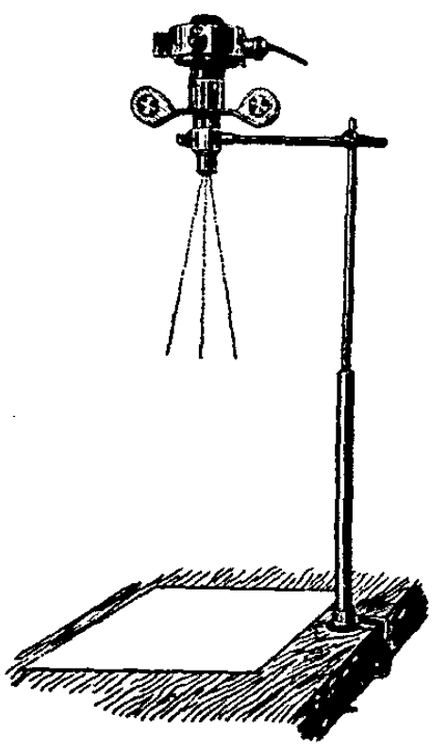
HAVAS C)

LA PHOTOSCOPIE

PHOTOSCOPE
MODÈLE A

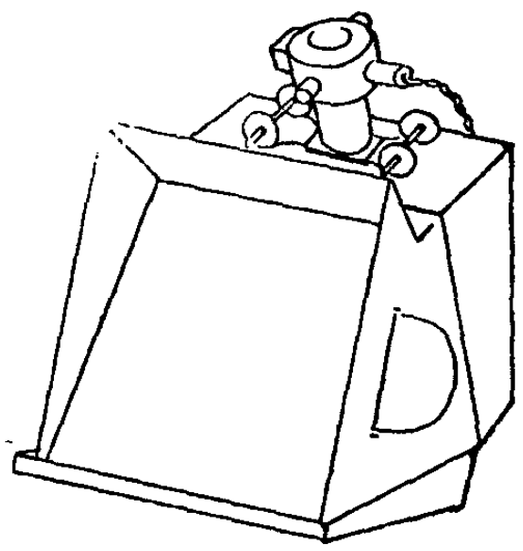


En position horizontale pour Conférence



En projection verticale pour la lecture individuelle.

PHOTOSCOPE DE LECTURE



LA Photoscopie est un procédé qui enregistre photographiquement sur film, les documents de toute nature : photos, dessins, textes imprimés ou manuscrits, modèles, etc., etc.... Elle en assure ainsi la reproduction, la conservation et le classement d'une façon pratique et économique.

Le film photoscopique est du format ciné standard (18 × 24). Les documents enregistrés sous cette forme peuvent être reproduits à l'infini et restitués en un format quelconque, par projection ou par agrandissement sur papier.

La Photoscopie a créé, pour la lecture et la projection fixe des films, un matériel parfaitement étudié, répondant aux besoins du Conférencier du Professeur, de l'Erudit, du Publiciste et de tous ceux qui, à un titre quelconque, doivent avoir recours à une iconographie abondante et variée.

LES PHOTOSCOPES

Les Photoscopes, dont nous donnons ici les figures ci-contre, sont des appareils de prix modérés, d'un emploi simple et sûr. Très réduits, ils sont néanmoins d'une grande puissance lumineuse. Ils permettent la projection fixe du film sur écran pour un public nombreux, ou sur table pour la lecture individuelle. Ils se prêtent particulièrement à l'étude des textes et au relevé rapide de croquis.

LES ÉDITIONS PHOTOSCOPIQUES

Les Editions Photoscopiques forment le fonds documentaire le plus important existant : 1.600 films fixes actuellement parus réunissent plus de 75.000 vues englobant tous les sujets : Sciences, Industries, Arts, Archéologie, Voyages, etc...

Des séries ont été spécialement établies pour l'Enseignement à tous les degrés :

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE, SECONDAIRE, SUPÉRIEUR.
ENSEIGNEMENT TECHNIQUE.

Ces films établis conformément aux Programmes Universitaires sont pour les Professeurs un puissant auxiliaire, d'une valeur pédagogique incontestable.

En dehors de ses Editions courantes, la Photoscopie édite, pour ses clients, des films répondant à leurs besoins particuliers. Elle reproduit également sur papier à un nombre quelconque d'exemplaires et à des prix exceptionnellement avantageux, tous documents industriels, commerciaux, artistiques. Ces reproductions sont en positif, c'est-à-dire noire sur blanc (Documentations, recherches scientifiques, etc.).

RENSEIGNEMENTS ET CATALOGUES FRANCO

Des conditions spéciales sont réservées à nos Lecteurs.

ADRESSER TOUTES DEMANDES A LA REVUE SCIENTIFIQUE

LE DESSIN A LA PORTÉE DE TOUS

Dessiner est une source de profits
Dessiner est une source de plaisirs

Beau portrait au pinceau, puissant et plein d'humour, par un élève de l'Ecole A. B. C.

AIMERIEZ-VOUS dessiner, peindre, croquer des scènes, des incidents observés au cours de vos journées ? Aimeriez-vous illustrer des livres, signer des affiches, faire de la gravure sur bois, devenir décorateur, faire du dessin de modes, tous travaux recherchés et bien rétribués ? Avec un peu d'initiative et des dispositions moyennes, vous pouvez acquérir cette magnifique formation qui ajoutera tant de plaisir et de profits à votre joie de vivre.

Par la méthode A.B.C. vous pouvez apprendre à dessiner pendant vos heures de loisirs, chez vous, très rapidement, très facilement, sans gêner vos occupations actuelles. Vous aurez avec nous un enseignement personnel, donné par un artiste professionnel notoire et, dès le début, vous apprendrez à « créer ». Après peu de leçons vous pourrez, selon votre degré d'habileté, d'enthousiasme et de joyeuse persévérance, réussir à augmenter vos revenus, car, en dehors de l'enseignement général du dessin, nos cours sont spécialisés vers telle ou telle application pratique de l'Art, selon les dispositions de nos élèves.

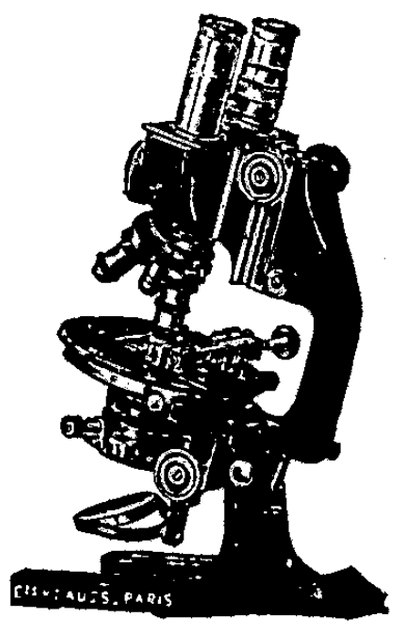
Renseignez-vous : Venez nous voir ou demandez notre luxueux album de renseignements, illustré par nos élèves ; nous vous l'adresserons gratuitement.

ÉCOLE A.B.C. DE DESSIN (Studio D 269)
12, Rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS

Société des Etablts KRAUSS

OPTIQUE FRANÇAISE - MÉCANIQUE DE PRÉCISION
18-20, Rue de Naples, PARIS (VIIIe)

MICROSCOPES
BINOCULAIRES
LOUPES
MICROTOMES
ACCESSOIRES



Catalogue franco

Compte Chèques Postaux C 432-29

Téléph. : Laborde 11-31 R. C. Seine 224 690

SOCIETÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 100.000.000. de Francs (Régie intéressée)
PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)
Registre du Commerce de la Seine, n° 45.048

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :
6, RUE CONDORCET
66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire
53, boulevard Rochechouart - 16, rue Franklin - 92, boulevard Raspail
13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville
43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Meissonnier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprécier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs, Calorifères, Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves, etc. Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurant . Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE :
45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

● MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET.

L'AIR LIQUIDE

SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS G. CLAUDE - CAPITAL 88.000.000 FR.
48, RUE ST-LAZARE, PARIS — R. C. Seine 53.868

OXYGENE

AZOTE, AIR

comprimés ou liquides.

ACÉTYLÈNE DISSOUS

GAZ RARES

Construction et Vente d'Appareils de tous débits pour la fabrication de ces gaz.

Compresseurs pour tous gaz, tous débits et toutes pressions.

Comptoir National d'Escompte de Paris

Réunis en assemblée ordinaire le 31 mars, les actionnaires ont approuvé les comptes de l'exercice 1930 au 31 décembre. Ils font apparaître un solde créditeur de Profits et Pertes de 71.641.460 francs. Le dividende a été fixé à 80 francs brut par action. Un acompte de 20 francs ayant été distribué le 31 janvier dernier, le solde de 60 francs sera mis en paiement à partir du 31 juillet prochain, sous déduction des impôts. A la même date, il sera payé 22 fr. 8282 brut par part. Le solde disponible, après répartition, est de 286.725 fr., qui, ajouté au report antérieur, porte à 23 millions 213.677 fr. le montant total reporté au compte des actionnaires.

Quitus de sa gestion a été donné à M. Jules Rostand, administrateur décédé. MM. Jameson, Simon et Sommier, administrateurs sortants, ont été réélus.

NOUS rappelons à nos abonnés qu'il nous est impossible de tenir compte des demandes de changement d'adresse non accompagnées de 1 franc en timbres postes.

AUTO-CARS DE LA COMPAGNIE DU MIDI
(de juin à octobre)

I. — La route des Pyrénées : Biarritz, Cerbère et inversement; Biarritz-Carcassonne et inversement.

II. — Régions du Massif Central, des Causses, des Gorges du Tarn et des Cévennes:

Font-Romeu (Pyrénées-Orientales), le grand hôtel et du Golf.

Superbagnères - Luchon (Haute-Garonne) :

L'hôtel de Superbagnères, relié à Luchon par un chemin de fer électrique à crémaillère.

Sur la côte basque : Hendaye-Plage, hôtel Eskualduna.

Renseignements pour les Services d'Auto-Cars : Agence de la Compagnie du Midi, 16, boulevard des Capucines, Paris (9e). Maison du Tourisme, 101, avenue des Champs-Elysées, Paris (8e). Toutes les grandes Agences de voyages.

Banque Nationale de Crédit

L'assemblée générale ordinaire des actionnaires s'est tenue le 17 avril, sous la présidence de M. André Vincent, président du Conseil d'administration, assisté — en qualité de scrutateurs — du représentant de la Banque O. de Lubersac, et du représentant de la Compagnie Alais, Froges et Camargue. 293.932 actions étaient présentes ou représentées.

M. Emile Level, directeur général, faisant fonction de secrétaire de l'assemblée, a donné lecture du rapport du Conseil qui montre que le ralentissement général du mouvement économique n'a gêné que momentanément le développement continu de l'activité de la Banque.

En tenant compte des 57 sièges dûs à l'absorption du Comptoir d'Escompte de Mulhouse et des 52 sièges nouveaux créés en 1930, la Banque dispose de 748 sièges dont 363 hebdomadaires et 385 permanents.

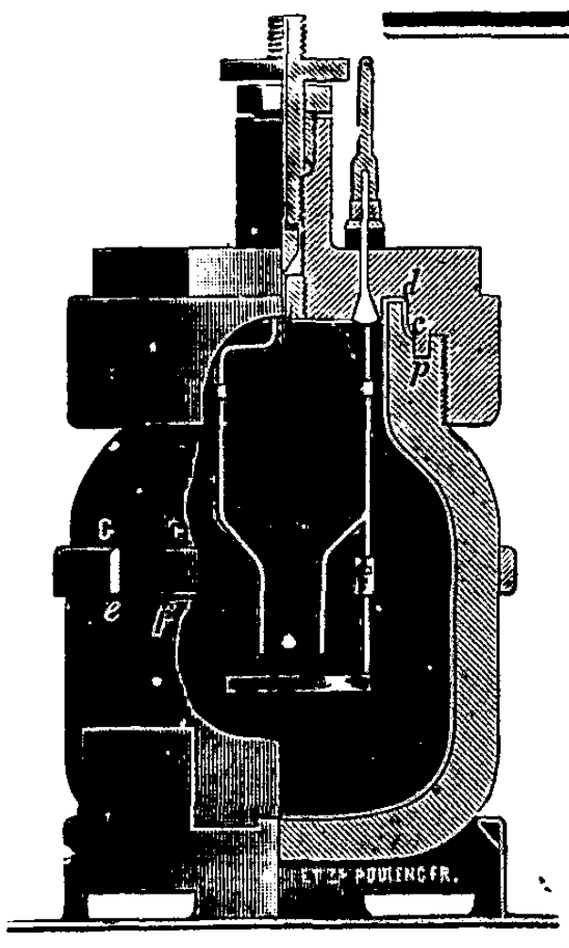
Les comptes courants et dépôts atteignent 4.627.772.727 fr. 87 sur lesquels les dépôts à vue s'élevant à 3.889.202.868 fr., sont couverts par 3.388.302.773 fr. 93 de disponibilités immédiates.

Le bilan se totalise par 5 milliards 494 millions. Les bénéfices nets — de 44.640.560 fr. — sont en augmentation de 1.854.457 fr. sur ceux de l'exercice 1929. Les réserves diverses dépassent 181 millions.

Le dividende a été maintenu à 14 o/o, soit 70 fr. pour les actions A anciennes, 52 fr. 50 pour les actions A nouvelles et 33 fr. 33 pour les actions B. Des acomptes respectifs de 30 fr., 22 fr. 50 et 20 fr., ayant été payés le 10 janvier dernier, il reste à distribuer 40 fr. par action A ancienne, 30 fr. par action A nouvelle et 13 fr. 33 par action B. Ces sommes seront mises en paiement, le 15 mai prochain, sous déduction des impôts.

L'assemblée a réélu comme administrateurs : MM. Frédéric Manaut, Arnold Seyrig et Paul Valayer; elle a ratifié l'entrée au Conseil d'administration de MM. Alexandre Dreux, Louis Marlio, Baron Petiet, René Bernheim et Jean de Grailly, représentants de puissants groupes industriels.

Toutes les résolutions ont été votées à l'unanimité.



Société des Usines Chimiques RHÔNE-POULENC

Société Anonyme au capital de 75.000.000 fr. — Siège Social : 21, Rue Jean-Goujon — Paris 8e

PRODUITS CHIMIQUES PURS ET INDUSTRIELS

ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

BOMBE CALORIMÉTRIQUE de HAUTE PRÉCISION de M. le Professeur MOUREU

CALORIMÈTRE ADIABATIQUE LANDRIEU

OBUS CALORIMÉTRIQUE de MAHLER pour l'ESSAI des COMBUSTIBLES

BOMBE de MAHLER GOUTAL pour le DOSAGE du CARBONE dans les FERS, FONTES. etc.

ANALYSEUR GOUTAL pour le DOSAGE RAPIDE du CARBONE

BALANCES de PRÉCISION à CHAINE

GRISOUMÈTRE LE CHATELIER

INFLAMMATEUR TAFFANEL et LE FLOCH pour l'ÉTUDE de l'INFLAMMATION des POUSSIERES

PYROMÈTRES (notice sur demande)

POTENTIOMÈTRE A. B. pour la MESURE des Ph.

VERRERIE SOUFFLÉE et GRADUÉE

CATALOGUES, NOTICES ET DEVIS SUR DEMANDE

SUCCURSALE : 122, BOULEVARD SAINT-GERMAIN — PARIS

SOCIÉTÉ ANONYME
DES
Matières Colorantes et Produits Chimiques
DE
SAINT-DENIS

Capital : 50.000.000 fr.

Téléphone : Laborde { 71-41 à 71-44

Siège Social : 69, Rue de Miromesnil, Paris (8e)
Usines à Saint-Denis

Adr. télégr. : **Reirriop-Paris**

MATIERES COLORANTES
POUR TOUS EMPLOIS

PRODUITS CHIMIQUES
MINÉRAUX & ORGANIQUES

PRODUITS CHIMIQUES SPÉCIAUX
POUR L'INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC

INFECTIONS, SEPTICEMIES

Lantol

Rhodium Colloïdal Electrique

Labor. **COUTURIEUX**, 18, Avenue Hoche, PARIS

OXYGENE,
AZOTE, AIR
comprimés ou liquides.
ACÉTYLÈNE DISSOUS
GAZ RARES

L'AIR LIQUIDE
SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS G. CLAUDE - CAPITAL 88.000.000 FR.
48, RUE ST-LAZARE, PARIS — R. C. Seine 53.868
Construction et Vente d'Appareils de tous débits pour la fabrication de ces gaz.
Compresseurs pour tous gaz, tous débits et toutes pressions.

REVUE BLEUE

Sommaire du 2 Mai 1931

THOMAS HARDY. — L'honorable Laura (*Nouvelle*), Traduit de l'anglais par M. Gaucher.
LOUIS FAIVRE. — Complexe d'A. O. F.
L. DUMONT-WILDEN. — La philosophie de l'Histoire : A propos du dernier livre du docteur Gustave Le Bon.
LOUIS PLANTÉ. — Une rencontre de César : Victor Duruy, Ministre de l'Instruction publique.
L. D.-W. — La politique étrangère : La République en Espagne.
FIRMIN ROZ. — Le Roman : Visions païennes et évocations bolchevistes.
ANDRÉ PÉRATÉ, conservateur des Musées de Versailles. — Les Beaux-Arts : Expositions d'œuvres du Prince Eugène.
ADOLPHE BOSCHOT, membre de l'Institut. — La musique : A l'Opéra : Guercœur.
CHASSINAT-GIGOT. — Les Concerts : M. Weingartner à Paris. Festival Vincent d'Indy.
La Quinzaine politique : St. Lyer : *Les Allemands en Tchécoslovaquie et leur politique.*
Bulletin Maritime.

EMPRUNT 4 0/0 1931
de l'Afrique Occidentale Française, de l'Afrique Équatoriale Française, du Togo et du Cameroun

approuvé par décrets du 18 avril 1931 et à valoir sur les autorisations données par les lois du 22 février 1931.

Placement au prix de 978 fr. 50 par obligation, créée jouissance du 20 mai 1931, d'un nombre maximum de :

228.116 obligations de 1.000 francs pour l'emprunt du Gouvernement Général de l'Afrique Occidentale Française ;

233.421 obligations de 1.000 francs pour l'emprunt du Gouvernement Général de l'Afrique Equatoriale Française ;

28.647 obligations de 1.000 fr. pour l'emprunt du Territoire du Togo ;

10.610 obligations de 1.000 fr. pour l'emprunt du Territoire du Cameroun.

Ces obligations sont nettes d'impôts présents et futurs et garanties par l'Etat français.

Intérêt annuel : 40 francs nets, payable par moitié les 20 avril et 20 octobre de chaque année. Le premier coupon, à l'échéance du 20 octobre 1931, sera exceptionnellement de 16 fr. 65, représentant l'intérêt couru depuis le 20 mai 1931.

Amortissement : en 50 ans, soit au pair par tirages au sort semestriels, soit par rachats en Bourse au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon, et à concurrence de l'emploi total de l'annuité prévue pour le service de l'emprunt, sous réserve d'amortissement anticipé de tout ou partie des obligations en circulation, soit à tout moment, par rachats en Bourse au-dessous du pair, compte tenu de la fraction courue du coupon, soit postérieurement au 1er janvier 1934, par remboursement au pair, majoré des intérêts courus.

Au cas d'émission de nouvelles obligations assimilables à celles qui font l'objet des présents emprunts, les tirages et les rachats en Bourse pourraient s'effectuer indistinctement sur l'ensemble des titres émis.

*

Banque de Paris et des Pays-Bas

L'Assemblée Générale des actionnaires de la « Banque de Paris et des Pays-Bas », s'est tenu le 14 avril 1931, sous la présidence de M. Moreau, président du Conseil d'Administration.

Le bilan se totalise, tant à l'Actif qu'au Passif, par .....Fr.		4.235.757.214,18
Le compte de Profits et Pertes se solde par un bénéfice de Fr.		67.249.949,18
se répartissent comme suit:		
A la réserve légale Fr.	3.362.497,45	
Aux Actionnaires: 100 francs par action (soit 20 0/0 du capital nominal) ..Fr.	60.000.000 »	
Au conseil d'Administration .....Fr.	3.638.745,17	67.001.242,62
Il reste un solde .....Fr.		248.706,56
qui, ajouté au solde reporté des exercices entérieurs .....Fr.		30.553.258,60
forme un total de ..... » reporté à nouveau.		30.801.965,16

Il y a lieu de remarquer que, en regard du capital social de 300.000.000 de francs, les réserves se trouvent portées à 319.763.109 fr. 56 y compris le report à nouveau.

L'Assemblée générale a voté à l'unanimité les résolutions soumises à son approbation.

La somme de 75 fr. qui forme le complément du dividende (un acompte de 25 fr. ayant été payé le 23 décembre 1930) sera poyée à partir du 27 avril 1931, sous déduction des impôts établis par les lois en vigueur, soit à raison de :

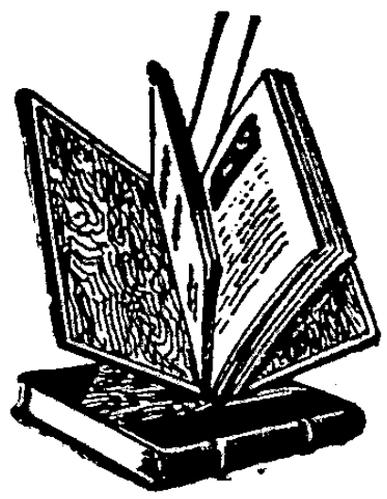
65 fr. 50 par action nominative
59 fr. 75 par action au porteur

contre remise du coupon n° 108 : à Paris, au siège social, 3, rue d'Antin, et au change du jour sur Paris, aux Succursales de la Banque de Paris et des Pays-Bas, à Amsterdam, Bruxelles et Genève

SELFIOR

Reliure instantanée pour un an de nos éditions :

Revue Bleue
Revue Scientifique
France Nouvelle



L'Administration se fera un plaisir d'adresser à tous ceux de ses nombreux lecteurs qui lui en feront la demande, contre la somme de **10** fr et **3** fr de port, un **SELFIOR**, reliure automatique permettant de relier soi-même soit en fin d'année soit en cours d'abonnement une collection annuelle de nos revues.

Pour l'Etranger le prix du port est de : Frs **4.50**

SELF-RELIURE : Reliure extensible pour livres brochés

DOCUMENTATION NUMÉRIQUE

Les Tables Annuelles de Constantes (T. A. C.) et Données Numériques

de Chimie, de Physique, de Biologie et de Technologie

Recueillent,
Classent **Depuis 1910**
et Publient

Tout ce qui, dans le domaine des Sciences physiques pures et appliquées, peut se représenter **par un nombre.**

Les **T. A. C.** sont indispensables à tous les chercheurs.

Pour tout renseignement
tout spécimen
tout volume **pour examen**

Ecrivez immédiatement à :

Monsieur C. MARIE

6, Rue de Bagneux PARIS (VI°)

Textes anglais et français.

SOCIETÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 100.000.000. de Francs (Régie intéressée)

PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce de la Seine, n° 45.943

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :
6, RUE CONDORCET
66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire
53, boulevard Rochechouart - 16, rue Franklin - 92, boulevard Raspail
13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville
43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Meissonnier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprécier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à Incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs, Calorifères, Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves, etc. Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurants. Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE :
45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET.

BREVETS D'INVENTION

ASSOCIATION FRANÇAISE DES
INGÉNIEURS - CONSEILS
En Propriété industrielle
FONDÉE EN 1884

EXTRAITS DES STATUTS

Art. 2. — L'Association a pour but : 1° De grouper les Ingénieurs-Conseils en propriété industrielle qui réunissent les qualités requises d'honorabilité, de moralité et de capacité ;

2° de veiller au maintien de la considération et de la dignité de la profession d'ingénieur-Conseil en propriété industrielle.

LISTE DES MEMBRES TITULAIRES

ARMENGAUD Aîné * ↧ & Ch. DONY	GUTENBERG 11-94 - 21, bd Poissonnière, Paris
ARMENGAUD Jeune	PROVENCE 13-39 - 23, boulevard de Strasbourg, Paris
E. BERT O. ↧ & G. de KERAVENANT * ↧	ARCHIVES 30-42 - 7, bd St-Denis, Paris
C. BLETRY O. *	BOTZARIS 39-58 et 39-59 - 2, boulevard de Strasbourg, Paris
G. BOUJU ↧	NORD 20-87 - 8, boulevard St-Martin, Paris
H. BRANDON G. SIMONNOT & L. RINUY	TRINITÉ 11-58 et 39-38 - 49, rue de Provence, Paris
A. de CARSALADE * ↧ & P. REGIMBEAU ↧	ELYSÉES 54-35 63, av. des Champs-Elysées, Paris
CASALONGA * ↧	ELYSÉES 06-40 et 04-66 - 8, avenue Percier, Paris
CHASSEVENT & P. BROT	BOTZARIS 17-22 - 11, boulevard de Magenta, Paris
P. COULOMB 9	ROQUETTE 34-51 - 48, rue de Malte, Paris
C. DANZER	CENTRAL 41-71 - 20, rue Vignon, Paris
Henri ELLUIN	PROVENCE 17-20 - 42, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris
P. LOYER * ↧	ANJOU 09-94 - 25, rue Lavoisier, Paris
GERMAIN & MAUREAU	BARRE 7-82 - 31, rue de l'Hôtel-de-Ville, Lyon
F. HARLE * & G. BRUNETON O. * ↧	TRUDAINE 34-28 - 21, r. La Rochefoucauld, Paris
L. JOSSE ↧ & E. KLOTZ *	GUTENBERG 16-61 - 17, boulevard de la Madeleine, Paris
A. LAVOIX * L. MOSÈS & A. GEHET	TRINITE 22-22 et 68-01 - 2, rue Blanche, Paris
A. MONTEILHET * ↧	ROQUETTE 19-37 - 90, boulevard Richard-Lenoir, Paris
G. PROTTE * ↧	NORD 20-15 - 58, boulevard de Strasbourg, Paris

L'Association ne se chargeant d'aucun travail, prière de s'adresser directement à ses membres, en se recommandant de la présente publication.

MARQUES MODÈLES

CLICHÉS DAMPENON & DELARUE

SOCIETÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 100.000.000. de Francs (Régie intéressée)

PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce de la Seine, n° 45.943

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :

6, RUE CONDORCET

66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire
53, boulevard Rochechouart - 16, rue Franklin - 92, boulevard Raspail
13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville
43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Meissonnier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprécier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs. Calorifères. Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves. etc. Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurant. Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE :
45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET.

DOCUMENTATION NUMÉRIQUE

Les Tables Annuelles de Constantes
(T. A. C.)
et Donnees Numériques
de Chimie, de Physique, de Biologie et de Technologie

Recueillent,

Classent **Depuis 1910**

et Publient

Tout ce qui, dans le domaine des Sciences physiques pures et appliquées, peut se représenter **par un nombre.**

Les **T. A. C.** sont indispensables à tous les chercheurs.

Pour tout renseignement
tout spécimen
tout volume **pour examen**

Ecrivez immédiatement à :

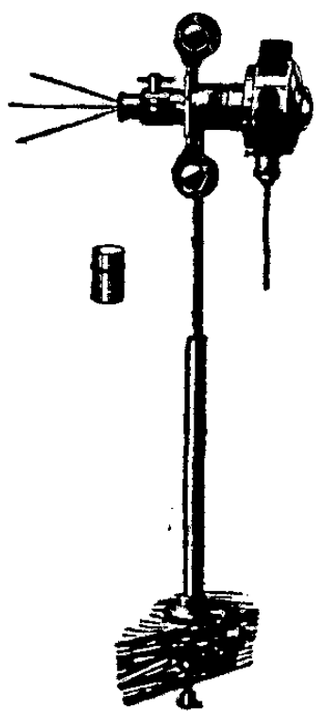
Monsieur C. MARIE

6, Rue de Bagneux PARIS (VIe)

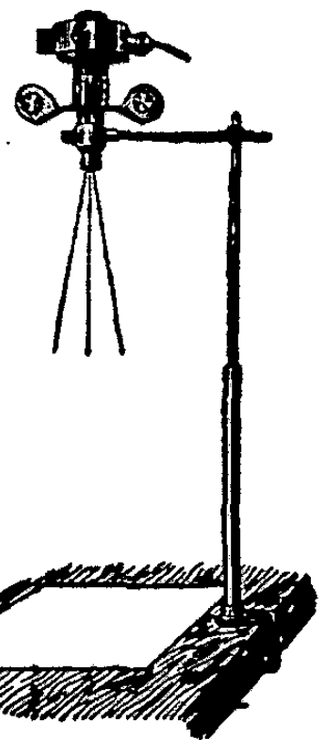
Textes anglais et français.

LA PHOTOSCOPIE

PHOTOSCOPE
MODÈLE A

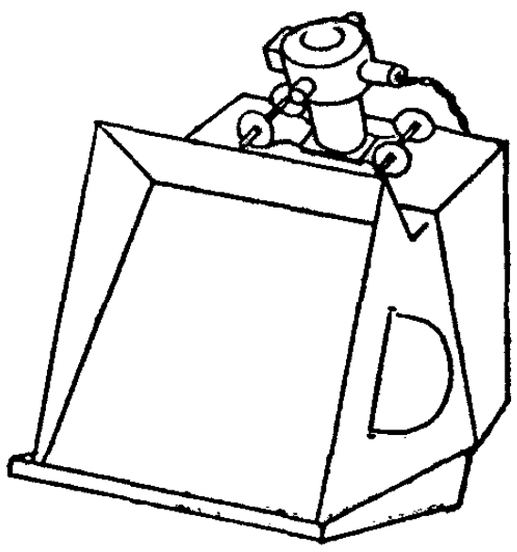


En position horizontale pour Conférence



En projection verticale pour la lecture individuelle.

PHOTOSCOPE DE LECTURE



L'A Photoscopie est un procédé qui enregistre photographiquement sur film, les documents de toute nature : photos, dessins, textes imprimés ou manuscrits, modèles, etc., etc.... Elle en assure ainsi la reproduction, la conservation et le classement d'une façon pratique et économique.

Le film photoscopique est du format ciné standard (18 × 24). Les documents enregistrés sous cette forme peuvent être reproduits à l'infini et restitués en un format quelconque, par projection ou par agrandissement sur papier.

La Photoscopie a créé, pour la lecture et la projection fixe des films, un matériel parfaitement étudié, répondant aux besoins du Conférencier du Professeur, de l'Erudit, du Publiciste et de tous ceux qui, à un titre quelconque, doivent avoir recours à une iconographie abondante et variée.

LES PHOTOSCOPES

Les Photoscopes, dont nous donnons ici les figures ci-contre, sont des appareils de prix modérés, d'un emploi simple et sûr. Très réduits, ils sont néanmoins d'une grande puissance lumineuse. Ils permettent la projection fixe du film sur écran pour un public nombreux, ou sur table pour la lecture individuelle. Ils se prêtent particulièrement à l'étude des textes et au relevé rapide de croquis.

LES ÉDITIONS PHOTOSCOPIQUES

Les Editions Photoscopiques forment le fonds documentaire le plus important existant: 1.600 films fiixes actuellement parus réunissent plus de 75.000 vues englobant tous les sujets : Sciences, Industries, Arts, Archéologie, Voyages, etc...

Des séries ont été spécialement établies pour l'Enseignement à tous les degrés :

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE, SECONDAIRE, SUPÉRIEUR.
ENSEIGNEMENT TECHNIQUE.

Ces films établis conformément aux Programmes Universitaires sont pour les Professeurs un puissant auxiliaire, d'une valeur pédagogique incontestable.

En dehors de ses Editions courantes, la Photoscopie édite, pour ses clients, des films répondant à leurs besoins particuliers. Elle reproduit également sur papier à un nombre quelconque d'exemplaires et à des prix exceptionnellement avantageux, tous documents industriels, commerciaux, artistiques. Ces reproductions sont en positif, c'est-à-dire noire sur blanc (Documentations, recherches scientifiques, etc.).

RENSEIGNEMENTS ET CATALOGUES FRANCO

Des conditions spéciales sont réservées à nos Lecteurs.

ADRESSER TOUTES DEMANDES A LA REVUE SCIENTIFIQUE

Crédit Foncier d'Algerie et de Tunisie

L'assemblée générale ordinaire des actionnaires du *Crédit Foncier d'Algérie et de Tunisie* a eu lieu le 29 mai et a approuvé les comptes de l'exercice 1930.

Le Bilan se totalise par 2.678 millions, en augmentation de 289 millions sur l'exercice précédent.

A l'Actif, les disponibilités immédiates constituées par les espèces en Caisse et dans les Banques, le portefeuille-effets et les correspondants passent de 1.547 millions à 1.693 millions, en augmentation de 146 millions.

De leur côté, les débiteurs en comptes-courants passent de 322 millions à 383 millions.

Au Passif, les dépôts et comptes-courants à vue passent de 1.273 millions à 1.461 millions formant avec les correspondants et créditeurs en comptes-courants un total de 1.602 millions, contre 1.467 millions en 1929.

Les Bons de Caisse et Dépôts à préavis sont en nouvelle augmentation de 445 à 561 millions de francs.

Les prêts Fonciers en participation avec le Crédit Foncier de France, passent de 134 millions à 200 millions.

Les bénéfices atteignent avec le report à nouveau un chiffre de 14.633.148 fr. 91 sensiblement égal à celui de l'exercice précédent. En conséquence, le dividende a été maintenu à 37 francs par action.

DOCUMENTATION NUMERIQUE

Les Tables Annuelles de Constantes
(T. A. C.)
et Donnees Numériques
de Chimie, de Physique, de Biologie et de Technologie

Recueillent,
Classent **Depuis 1910**
et Publient

Tout ce qui, dans le domaine des Sciences physiques pures et appliquées, peut se représenter **par un nombre.**

Les **T. A. C.** sont indispensables à tous les chercheurs.

Pour tout renseignement
tout spécimen
tout volume **pour examen**

Ecrivez immédiatement à :
Monsieur C. MARIE
6, Rue de Bagneux PARIS (VI^e^)

Textes anglais et français.

INFECTIONS, SEPTICEMIES
Lantol
Admis dans les Hopitaux de Paris
Rhodium Colloïdal Electrique
Labor. COUTURIEUX, 18, Avenue Hoche, PARIS

OXYGENE
AZOTE, AIR
comprimés ou liquides.
ACÉTYLÈNE DISSOUS
GAZ RARES

L'AIR LIQUIDE
SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS G. CLAUDE - CAPITAL 88.000.000 FR.
48, RUE ST-LAZARE, PARIS — R. C. Seine 53.868
Construction et Vente d'Appareils de tous débits pour la fabrication de ces gaz.
Compresseurs pour tous gaz, tous débits et toutes pressions.

SOCIÉTÉ ANONYME
DES
Matières Colorantes et Produits Chimiques
DE
SAINT-DENIS
Capital : 50.000.000 fr.
Téléphone : Laborde { 71-41 à 71-44
Siège Social : 69, Rue de Miromesnil, Paris (8e)
Usines à Saint-Denis
Adr. télégr. : Reirriop-Paris
MATIERES COLORANTES
POUR TOUS EMPLOIS
PRODUITS CHIMIQUES
MINÉRAUX & ORGANIOUES
PRODUITS CHIMIQUES SPÉCIAUX
POUR L'INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC

Éditeurs : FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne
GAVID NUTT, Londres - AKAD, VERLAGSGESELLSCHAFT, Leipzig
R. E. STECHERT & Co., New-York - RUIZ HERMANOS, Madrid
FERNANDO MACHADO & Cia, Porto - THE MARUZEN Company, Tokyo.

" SCIENTIA "

Revue Internationale de Synthèse scientifique

Paraissant mensuellement en fascicules de 100 à 120 pages chacun

Ex-Directeur : EUGENIO RIGNANO

Directeurs : **F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES**

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale.

EST L'UNIQUE REVUE à diffusion absolument mondiale.

EST L'UNIQUE REVUE de synthese et d'unification du savoir qui traite les questions fondamentales de toutes les sciences : histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie et sociologie.

EST L'UNIQUE REVUE qui, par des enquêtes conduites auprès des plus éminents savants et écrivains de tous les pays (*Sur les principes philosophiques des diverses sciences ; Sur les questions d'astronomie et de physique les plus fondamentales qui se trouvent à l'ordre du jour ; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir ; Sur les plus importantes questions de biologie ; Sur les grandes questions économiques et sociologiques internationales*), étudie tous les problemes essentiels qui agitent les milieux intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier essai d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique.

EST L'UNIQUE REVUE qui puisse se vanter d'avoir parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs et à chaque fascicule est joint *un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français*. Ainsi la revue est completement accessible même à qui ne connait que la langue française. (*Demandez un numéro spécimen gratuit* au Secrétaire Général de « Scientia », Milan, en joignant à la demande, pour remboursement des frais d'envoi, la somme de trois francs en timbres poste français.)

ABONNEMENT : Fr. 200.

BUREAUX DE LA REVUE : Via A. De Togni 12 - Milano (116)

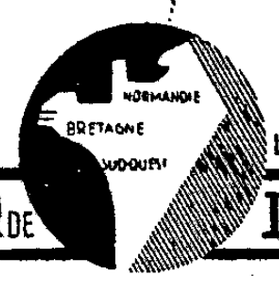
Secrétaire Général : DR. PAOLO BONETTI.

---

600 PLAGES

le réseau de l'Etat vous offre pour vous rendre à la plage que vous aurez choisie, des billets de famille comportant jusqu'à :

75 % DE RÉDUCTION



LE RÉSEAU DE LA MER

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

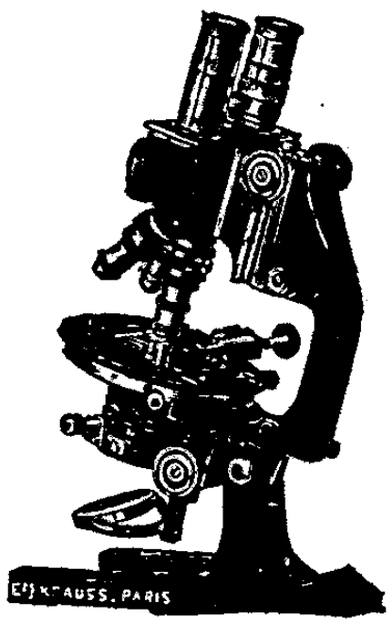
Société des Etablts KRAUSS

OPTIQUE FRANÇAISE - MÉCANIQUE DE PRÉCISION

18-20, Rue de Naples, PARIS (VIIIe)

MICROSCOPES

BINOCULAIRES
LOUPES
MICROTOMES
ACCESSOIRES



Catalogue franco

Compte Chèques Postaux C 432-29

Téléph. : Laborde 11-31 R. C. SEINE 224 690

SOCIETÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 400.000.000. de Francs (Régie intéressée)

PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce de la Seine, n° 45.943

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :

6, RUE CONDORCET

66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire
53, boulevard Rochechouart - 16, rue Franklin - 92, boulevard Raspail
13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville
43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Meissonnier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprécier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à Incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs, Calorifères, Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves, etc. Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

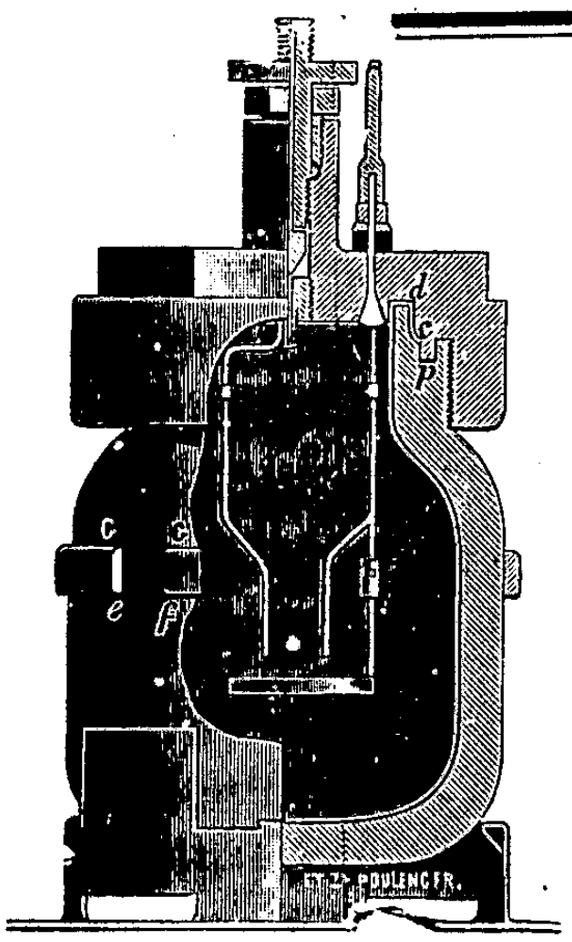
CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurant. Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE :
45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET.



Société des Usines Chimiques RHÔNE-POULENC

Société Anonyme au capital de 75.000.000 fr. — Siège Social : 21, Rue Jean-Goujon — Paris 8e

PRODUITS CHIMIQUES PURS ET INDUSTRIELS

ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

BOMBE CALORIMÉTRIQUE de HAUTE PRÉCISION de M. le Professeur MOUREU

CALORIMÈTRE ADIABATIQUE LANDRIEU

OBUS CALORIMÉTRIQUE de MAHLER pour l'ESSAI des COMBUSTIBLES

BOMBE de MAHLER GOUTAL pour le DOSAGE du CARBONE dans les FERS, FONTES. etc.

ANALYSEUR GOUTAL pour le DOSAGE RAPIDE du CARBONE

BALANCES de PRÉCISION à CHAINE

GRISOUMÈTRE LE CHATELIER

INFLAMMATEUR TAFFANEL et LE FLOCH pour l'ÉTUDE de l'INFLAMMATION des POUSSIERES

PYROMÈTRES (notice sur demande)

POTENTIOMÈTRE A. B. pour la MESURE des Ph.

VERRERIE SOUFFLÉE et GRADUÉE

CATALOGUES, NOTICES ET DEVIS SUR DEMANDE

SUCCURSALE : 122, BOULEVARD SAINT-GERMAIN — PARIS

LE VRAI GUIDE DU TOURISTE

C'est le guide officiel illustré 1931 des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, dont la publication a rencontré un succès sans précédent.

Sa couverture reproduit l'affiche illustrée de Kaysersberg, si appréciée des amateurs.

Ue description détaillée des villes et des sites desservis par le Réseau, d'admirables photographies, des hors-textes, cartes et plans, une liste des fêtes et manifestations prévues pour l'année 1931, les horaires des trains et des services automobiles touristiques, l'énumération des innombrables facilités accordées aux voyageurs qui veulent parcourir l'Alsace, la Lorraine ou le Luxembourg par chemin de fer ou par autocar, tels sont les éléments que vous offre, sous une forme agréable, ce guide qui deviendra votre plus sûr conseiller.

Cette élégante brochure est mise en vente aux Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, 5, rue de Florence ou 2, avenue Portails, à Paris (8e), à la Maison du Tourisme, 53, avenue George-V, à Paris, à l'Exposition Coloniale : Cité des Informations et à la gare de Paris-Est.

Son prix est de 3 fr. Aucun envoi n'est fait contre remboursement. L'expédition est faite par poste contre envoi préalable de la somme de 3 fr. 85 au compte chèque-postal A. L. Paris n° 27.988.

De l'Angleterre vers le sud-ouest de la France et l'Espagne par la Côte d'Emeraude-Pyrénées. Saint-Malo-Bordeaux en 8 h. 42.

Correspondance à Saint-Malo, avec le bateau de Southampton : à Bordeaux, avec le Sud-Express.

Voitures directes, toutes classes, de Saint-Malo à Irun (Hendaye) et vice versa. Wagon-Restaurant.

Pour tous renseignements, s'adresser aux gares du chemin de fer de l'Etat.

SOCIETÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 100.000.000. de Francs (Régie intéressée)

PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce de la Seine, n° 45.943

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :

6, RUE CONDORCET

66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire
53, boulevard Rochechouart - 16, rue Franklin - 92, boulevard Raspail
13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville
43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Meissonnier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprecier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs, Calorifères, Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves, etc. Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurant . Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE :
45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET.

POUR PASSER AGREABLEMENT LES BEAUX JOURS...

Puisque la belle saison est venue, pourquoi ne profitez-vous pas de votre week-end pour aller faire du camping et de ravissantes excursions en montagne et en forêt dans les Vosges qui sont si près de Paris grâce aux excellents horaires actuels?

Jusqu'au 15 octobre, l'Agence officielle des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, 2, avenue Portalis, à Paris, téléphone : Laborde 70-63 vous procurera des billets d'aller et retour de fin de semaine à prix réduit, valables du vendredi à 20 h. au lundi à 24 h., pour les centres d'excursions d'Abreschviller, Barr, Fouday, Kruth, Lautenbach, Metzeral, Munster, Obernai, Provenchères-sur-Fave, Rothau, Saales, Saverne, Schirmeck, Sewen, Wesserling.

Si vous disposez d'au moins 12 jours, la même Agence vous délivrera jusqu'au 25 juin et du 20 août au 30 septembre des billets à prix réduit et à longue validité, pour une des nombreuses stations thermales ou climatiques desservies par les gares suivantes :

Pour l'Alsace : Barr, Guebwiller, Lautenbach, Metzeral, Morsbronn-les-Bains, Munster, Niederbronn-les-Bains, Obernai, Rothau, Ribeauvillé, Saverne, Schirmeck, Thann, Turckheim.

Pour la Lorraine : Thionville et Sierck.

Pour le Grand-Duché : Clervaux, Diekirch, Luxembourg.

Relations entre Paris, Metz, Sarrebrück, Francfort et le Palatinat.

A partir du 15 mai, les trains express assurant les relations entre Paris, Metz et Sarebrück via Toul seront acheminés par la nouvelle ligne de Lérouville à Metz via Thiaucourt; leur durée de trajet sera sensiblement réduite.

Cinq services directs rapides relieront, comme actuellement, Paris, Metz et Sarrebrück. Les départs de Paris, fixés à 7 h. 15, 9 h. 05, 13 h. 40, 17 h. 51 et 0 h. 15, permettront d'arriver à Metz respectivement à 11 h. 50, 13 h. 45, 18 h. 08, 22 h. 35, et 5 h. 15 et à Sarrebrück à 13 h. 42, 15 h. 30 ,19 h. 50, 0 h. 15 et 6 h. 52.

En sens inverse, cinq services directs assureront également les relations entre Sarrebrück, Metz et Paris. Départs Sarrebrück à 6 h. 01, 10 h. 03, 13 h. 00, 17 h. 10 et 22 h. 10, de Metz à 7 h. 42, 11 h. 34, 14 h. 48, 18 h. 40 et 0 h. 15, correspondant à des arrivées à Paris fixées respectivement à 12 h. 17, 15 h. 56, 19 h. 30, 23 h. 20 et 5 h. 39.

Les relations entre Paris et l'Allemagne Occidentale bénéficieront de ces accélérations. Pendant l'été les trains partant de Paris à 7 h. 15, 13 h. 40 et 0 h. 15 seront prolongés au-delà de Sarebrück, desserviront Kaiserlautern à 15 h. 15, à 21 h. 30 et 8 h. 17; Ludwigshafen à 16 h. 20, à 22 h. 38 et à 9 h. 18; Mayence à 18 h. 13, à 23 h. 50 et à 10 h. 39; Wiesbaden à 18 h. 53, à 0 h. 12 et à 10 h. 57 et arriveront à Francfort à 18 h. 35, à 0 h. 34 et à 11 h. 37. Le train partant de Paris à 9 h. 05 arrivera à Ludwigshafen à 19 h .04, à Worms à 19 h. 35, à Mayence à 20 h. 19, à Wiesbaden à 20 h. 34, à Francfort à 20 h. 52.

En sens inverse, les trains arrivant à Paris à 19 h. 30 et 23 h. 20 partiront respectivement de Francfort à 8 h. 05 et 13 h. 06; de Wiesbaden à 8 h. 21 et 13 h. 20; de Mayence à 8 h. 44 et 13 h. 40; de Bingerbrück à 9 h. 17 et 14 h. 13; de Kreuznach à 9 h. 35 et 1 4h. 30. L'express arrivant à Paris à 5 h. 39 quittera Francfort à 17 h. 37, Mayence à 17 h. 38, Wiesbaden à 17 h. 12, Ludwigshafen à 19 h. 08, Kaiserslauten à 20 h. 12.

NOUS rappelons à nos abonnés qu'il nous est impossible de tenir compte des demandes de changement d'adresse non accompagnées de 1 franc en timbres postes.

Exposition Coloniale Internationale de Paris

(mai à novembre 1931)

Billets spéciaux d'aller et retour à prix réduit

A l'occasion de l'Exposition Coloniale Internationale de Paris en 1931, il est délivré aux porteurs de bons à lots de cette Exposition pendant la période comprise entre l'avant-veille de l'ouverture de cette manifestation et la veille de sa fermeture et dans la limite de deux voyages par bon, des billets d'aller et retour à prix réduit, au départ d'une gare quelconque des Grands Réseaux français à désignation de Paris, sous réserve d'un parcours simple de 200 kilomètres.

REDUCTION sur le prix doublé des billets ordinaires simples à plein tarif : 30 0/0 de 200 à 500 kilomètres; 33 0/0 au-dessus de 500 kilomètres.

VALIDITE : 10 jours de 200 à 500 kilomètres; 15 jours au-dessus de 500 kilomètres, sans faculté de prolongation.

Ces billets ne permettent l'enregistrement comme bagages que des objets à l'usage personnel des voyageurs.

Facilités offertes aux touristes effectuant des circuits automobiles.

En vue de développer le tourisme dans les régions desservies par des services réguliers d'autocars, la Compagnie d'Orléans a décidé d'accorder aux porteurs de billets aller et retour du Tarif spécial intérieur V. n° 2 et commun V. n° 102, ou de billets aller et retour pour familles nombreuses et réformés de guerre (annexe commune aux tarifs généraux de G. V. et aux tarifs spéciaux V. n° 1, V. n° 101 (titre I) et V. n° 102), délivrés au départ des gares de son réseau (1) à destination de la gare de rattachement de ces circuits, une validité supplémentaire gratuite d'un jour par circuit effectué.

Cette validité supplémentaire est portée à 8 jours pour les circuits de la Route de Bretagne et de Rocamadour-Gorges du Tarn, à 5 jours pour celui de la Route des Monts d'Auvergne et à 3 jours pour les circuits de deux journées au départ de Rocamadour et de Capdenac et Figeac et pour le service Quimper-Brest.

Les gares points de départ des circuits sont les suivantes : Orléans, Blois, Tours, Saumur, Angers, Fornichet, La Baule-Escoublac, Le Pouliguen, Vannes, Quiberon (pour Le Palais Belle-Ile et la Route de Bretagne), Lorient, Quimper, Argenton-sur-Creuse, Limoges-Bénédictins, Bordeaux, Périgueux, Les Eyzies, Brive, Rocamadour, Figeac, Capdenac, La Bourboule, Le Mont-Dore, Montluçon et Néris-les-Bains.

La prolongation sera accordée, par la gare point de départ du circuit, sur production d'une attestation de l'entreprise de transport, au voyageur qui aura effectué le circuit.

Ces dispositions sont applicables pendant la durée du fonctionnement des circuits.

(1) Sauf Paris, en ce qui concerne les circuits au départ d'Orléans, Blois, Tours, Saumur et Angers soumis à un régime paticulier.

ETE 1931

Service quotidien entre Paris, Berne, l'Oberland Bernois, le Lôtschberg, Milan (via Belfort-Delle).

Services rapide permanent de jour (1re-2e classes)

Paris-Milan et Paris-Interlaken.

Départ de Paris : 9 h. 45. Arrivée à Berne à 17 h. 45, à Interlaken à 19 h. 25, à Milan à 23 h. 40. Départ de Milan : 7 h. 05, de Berne à 13 h. 35, d'Interlaken à 12 heures. Arrivée à Paris à 21 heures 25.

(Trajet Paris-Berne en 8 heures. Paris-Interlaken en 9 h. 1/2).

Voitures directes 1re-2e classes Paris-Milan.

Voiture-salon Pullman de 2e classe entre Paris et Interlaken du 1er juillet au 10 septembre.

Service permanent de jour (1re-2e-3e classes)

Paris-Berne-Loetschberg-Milan.

Départ de Paris 14 heures. Arrivée à Berne à 23 h. 05, à Milan à 5 h. 55.

Départ de Milan à 7 h. 05, d'Interlaken à 12 heures, de Berne à 13 h. 35. Arrivée à Paris : 23 h. 25.

Service permanent de nuit (1re-2e-3e classes)

Paris-Berne-Loetschberg-Milan.

Wagon-lits entre Paris et Brigue.

Départ de Paris 22 h. 50. Arrivée à Berne à 8 h. 26, à Interlaken à 10 h. 05, à Milan à 14 h. 55.

Départ de Milan : 15 h. 45, d'Interlaken 20 h. 50, de Berne 22 h. 28. Arrivée à Paris à 9 h. 05.

En outre, un service de luxe tri-hebdomadaire fonctionnera du 1er juillet au 11 septembre entre Londres, Calais, Paris et Berne-Interlaken.

Départ de Londres à 14 heures, de Paris à 19 heures 55, les lundi, mercredi, vendredi. Arrivée le lendemain à Berne à 8 h. 26, à Interlaken à 10 h. 05.

Départ d'Interlaken à 21 h. 10, de Berne à 22 h. 49, les lundi, mercredi, vendredi. Arrivée le lendemain à Paris à 10 h. 45, à Londres à 17 h. 15.

La Vallée de Chevreuse en Auto-Car.

Excursion d'un après-midi dans l'une des plus belles régions de la Banlieue de Paris, du 24 mai au 27 septembre inclus.

Les jeudis, dimanches et jours de fêtes au départ de la gare de St-Remy les-Chevreuse :

Saint-Remy-les-Chevreuse, départ à 14 h. 15 ; Chevreuse ; Dampierre ; Les Vaux-de-Cernay ; Cernay-la-Ville ; Choisel ; Chevreuse ; St Remy-les-Chevreuse, retour vers 17 heures.

Prix du transport par place : 15 francs.

Cette excursion est effectuée en correspondance avec le train partant de Paris-Luxembourg le jeudi à 11 h. 48, et les dimanches et jours de fête à 12 h. 52 (Arrivée à St-Remy-les-Chevreuse 13 h. 09 ou 14 h. 06) ; au retour, les Touristes peuvent prendre le train quittant St Remy à 17 h. 56 (Arrivée à Paris-Luxembourg à 19 h. 11 le jeudi et à 19 h. 17 les dimanches et fêtes).

Le nombre des places étant limité, il est recommandé de prendre ses billets à l'avance aux gares de Paris-Luxembourg, Port-Royal ou Denfert. La vente cesse les jours de circuit à 11 h.

Eau de régime des ARTHRITIQUES

VICHY CÉLESTINS

en bouteilles, demies et quarts

Reg. du Com. Paris 30.051

Compagnie Universelle du Canal de Suez

Assemblée du 1er juin 1931
Extrait du rapport du Conseil d'administration

Le rapport entier est envoyé à toute personne qui le demande à la Compagnie, rue d'Astorg, 1, à Paris.

Les recettes totales de 1930 sesont élevées à 1.098.547.518 fr. 64 contre 1.189.958.441 fr. en 1929. La crise économique s'est en effet prolongée, et même accentuée, pendant tout le cours de l'exercice. En même temps, diverses circonstances particulières — boycottage des produits anglais aux Indes, dépréciation de l'argent métal en Chine — ont exercé sur le commerce de l'Europe avec certaines régions d'Extrême-Orient une action déprimante. Au fléchissement de recettes dû à cet ensemble de causes est venu s'ajouter l'effet de la détaxe mise en vigueur le 1er septembre. Au total, les recettes du transit sont inférieures d'environ 80 millions de francs à celles de l'exercice précédent.

Grâce aux mesures prises pendant les années de prospérité, il est possible de réduire le montant des dotations proposées à 40 millions pour les travaux d'amélioration et à 20 millions pour l'amortissement du matériel. Cela permet de fixer à 650 francs le revenu brut de l'action de capital, contre 667 francs l'année précédente. A ce revenu brut de 650 francs correspond un revenu net de 545 fr. 67 pour les titres au porteur et de 576 fr. 90 pour les titres nominatifs.

La Compagnie a été l'objet, de la part spécialement des armateurs britanniques, de sollicitations répétées tendant à obtenir un nouvel abaissement de son tarif. Si le conseil pouvait penser que les droits de transit sont un facteur appréciable de la dépression économique, *a fortiori* s'il avait lieu d'espérer qu'un abaissement de ces droits aurait pour conséquence une reprise sensible du trafic du canal, il n'hésiterait pas à donner satisfaction, du moins partielle, aux désirs des armateurs; mais les études faites l'ont conduit à des conclusions opposées. Un moment viendra, il faut l'espérer, où, les circonstances ayant changé, une détaxe apparaîtra opportune, et ce jour-là le conseil ne manquera pas de la mettre spontanément en application, comme il a déjà fait dans le passé; mais il se refuse à le faire aujourd'hui, sous la pression d'une opinion mal informée. La Compagnie a montré, dans l'exploitation du service public d'intérêt mondial dont elle a la charg, l'esprit le plus libéral; elle ne se départira pas de cette attitude, tout en la conciliant avec la sauvegarde de l'intérêt des actionnaires.

Le tonnage transiteur s'est élevé pour l'année 1930 à 31.668.759 tonnes, présentant par rapport à l'année précédente une diminution de 5,4 o/o. Quant au poids des marchandises passées par le canal, sa diminution s'élève à 17 o/o : il faut remonter jusqu'à l'année 1926 pour trouver une activité moindre du trafic-marchandises. C'est pour le trafic nord-sud que la dépression a été la plus accentuée : elle atteint en effet, par rapport à l'exercice précédent, 3 millions 1/2 de tonnes, dont près d'un million pour les métaux ouvrés et machines. Quant au trafic de retour, il est inférieur de 2 millions 1/2 de tonnes à celui de 1929.

L'exercice 1931 a continué jusqu'à présent de subir les répercussions de la crise économique. La situation mondiale n'est d'ailleurs pas sans présenter quelques symptômes encourageants, mais elle demeure encore trop profondément troublée et instable pour qu'il soit possible de formuler des pronostics précis touchant le trafic du canal au cours des prochains mois. Il ne paraît cependant pas déraisonnable d'espérer que la diminution du tonnage transiteur ne s'accentuera pas d'ici à la fin de l'année.

L'assemblée a approuvé, à l'unanimité, toutes les résolutions présentées par le conseil d'administration.

Eau de régime des ARTHRITIQUES

VICHY CÉLESTINS

en bouteilles, demies et quarts

Reg. du Com. Paris 30.051

La Vallée de Chevreuse en Auto-Car.

Excursion d'un après-midi dans l'une des plus belles régions de la Banlieue de Paris, du 24 mai au 27 septembre inclus.

Les jeudis, dimanches et jours de fêtes au départ de la gare de St-Remy les-Chevreuse :

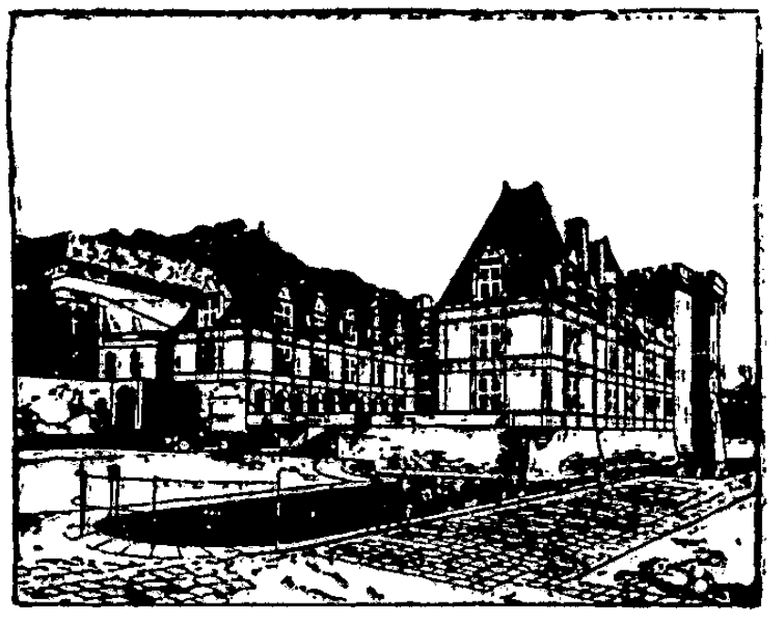
Saint-Remy-les-Chevreuse, départ à 14 h. 15 ; Chevreuse ; Dampierre ; Les Vaux-de-Cernay ; Cernay-la-Ville ; Choisel ; Chevreuse ; St Remy-les-Chevreuse, retour vers 17 heures.

Prix du transport par place : 15 francs.

Cette excursion est effectuée en correspondance avec le train partant de Paris-Luxembourg le jeudi à 11 h. 48, et les dimanches et jours de fête, à 12 h. 52 (Arrivée à St-Remy-les-Chevreuse 13 h. 09 ou 14 h. 06) ; au retour, les Touristes peuvent prendre le train quittant St Remy à 17 h. 56 (Arrivée à Paris-Luxembourg à 19 h. 11 le jeudi et à 19 h. 17 les dimanches et fêtes).

Le nombre des places étant limité, il est recommandé de prendre ses billets à l'avance aux gares de Paris-Luxembourg, Port-Royal ou Denfert. La vente cesse les jours de circuit à 11 h.

CHEMINS DE FER DE PARIS A ORLÉANS



Château de Villandry

Les Châteaux des bords de la Loire

La région de la vallée de la Loire qui commence à Orléans est surtout connue pour ses magnifiques Châteaux.

Ceux de Blois, Chambord, Cheverny, Chaumont, Amboise, Chenonceaux, Valençay, Loches, Ussé, Luynes, Langeais, Villandry, Azay-le-Rideau, Chinon, Saumur, Angers, sont les plus célèbres.

En été, Services automobiles au départ de BLOIS, TOURS, SAUMUR et ANGERS

Pour tous renseignements, consulter le *Livre Guide* officiel de la Compagnie d'Orléans.

OXYGENE,

AZOTE, AIR

comprimés ou liquides.

ACÉTYLÈNE DISSOUS

GAZ RARES

L'AIR LIQUIDE

SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS G. CLAUDE - CAPITAL 88.000 000 FR.
48, RUE ST-LAZARE, PARIS — R. C. Seine 53.868

Construction et Vente d'Appareils de tous débits pour la fabrication de ces gaz.

Compresseurs pour tous gaz, tous débits et toutes pressions.

SOCIETÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 100.000.000. de Francs (Régie intéressée)

PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce de la Seine, n° 45.943

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :

6, RUE CONDORCET

66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire
53, boulevard Rochechouart - 16, rue Franklin - 92, boulevard Raspail
13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville
43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Meissonnier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprécier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs, Calorifères, Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves, etc. Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurants. Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE !
45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

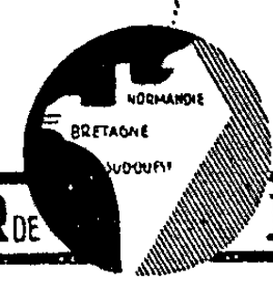
Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET.

600 PLAGES

le réseau de l'Etat vous offre pour vous rendre à la plage que vous aurez choisie, des billets de famille comportant jusqu'à :

75 % DE RÉDUCTION



LE RÉSEAU DE LA MER
CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

Facilités offertes aux touristes effectuant des circuits automobiles.

En vue de développer le tourisme dans les régions desservies par des services réguliers d'autocars, la Compagnie d'Orléans a décidé d'accorder aux porteurs de billets aller et retour du Tarif spécial intérieur V. n° 2 et commun V. n° 102, ou de billets aller et retour pour familles nombreuses et réformés de guerre (annexe commune aux tarifs généraux de G. V. et aux tarifs spéciaux V. n° 1, V. n° 101 (titre I) et V. n° 102), délivrés au départ des gares de son réseau (1) à destination de la gare de rattachement de ces circuits, une validité supplémentaire gratuite d'un jour par circuit effectué.

Cette validité supplémentaire est portée à 8 jours pour les circuits de la Route de Bretagne et de Rocamadour-Gorges du Tarn, à 5 jours pour celui de la Route des Monts d'Auvergne et à 3 jours pour les circuits de deux journées au départ de Rocamadour et de Capdenac et Figeac et pour le service Quimper-Brest.

Les gares points de départ des circuits sont les suivantes : Orléans, Blois, Tours, Saumur, Angers, Fornichet, La Baule-Escoublac, Le Pouliguen, Vannes, Quiberon (pour Le Palais Belle-Ile et la Route de Bretagne), Lorient, Quimper, Argenton-sur-Creuse, Limoges-Bénédictins, Bordeaux, Périgueux, Les Eyzies, Brive, Rocamadour, Figeac, Capdenac, La Bourboule, Le Mont-Dore, Montluçon et Néris-les-Bains.

La prolongation sera accordée, par la gare point de départ du circuit, sur production d'une attestation de l'entreprise de transport, au voyageur qui aura effectué le circuit.

Ces dispositions sont applicables pendant la durée du fonctionnement des circuits.

(1) Sauf Paris, en ce qui concerne les circuits au départ d'Orléans, Blois, Tours, Saumur et Angers soumis à un régime particulier.

NOUS rappelons à nos abonnés qu'il nous est impossible de tenir compte des demandes de changement d'adresse non accompagnées de 1 franc en timbres postes.

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRO-CHIMIE D'ELECTRO-METALLURGIE ET DES ACIERIES ELECTRIQUES D'UGINE

(FONDÉE EN 1889)

Capital : 120.000.000 de Francs — Siège Social : 10, Rue du Général-Foy, PARIS (VIIIe)

PRODUITS CHIMIQUES & ELECTRO-METALLURGIQUES

TELEPHONE { Laborde : 12-75 — 12-76 — 12-77 Inter-Laborde : 5

TÉLÉGRAMME : "TROCHIM-PARIS"

ACIERS & FERRO-ALLIAGES ÉTAIN

TÉLÉPHONE { Laborde : 31-01 — 31-02

TÉLÉGRAMME : "UGINACIE-PARIS"

R. C. Seine n° 88.473

600 PLAGES

le réseau de l'Etat vous offre pour vous rendre à la plage que vous aurez choisie, des billets de famille comportant jusqu'à :

75 % DE RÉDUCTION

LE RÉSEAU DE LA MER
CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 100.000.000. de Francs (Régie intéressée)

PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce de la Seine, n° 45.943

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :
6, RUE CONDORCET
66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire
53, boulevard Rochechouart - 16, rue Franklin - 92, boulevard Raspail
13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville
43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Meissonnier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprécier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs, Calorifères, Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves, etc Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurants. Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE :
45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET.

LE VRAI GUIDE DU TOURISTE

C'est le guide officiel illustré 1931 des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, dont la publication a rencontré un succès sans précédent.

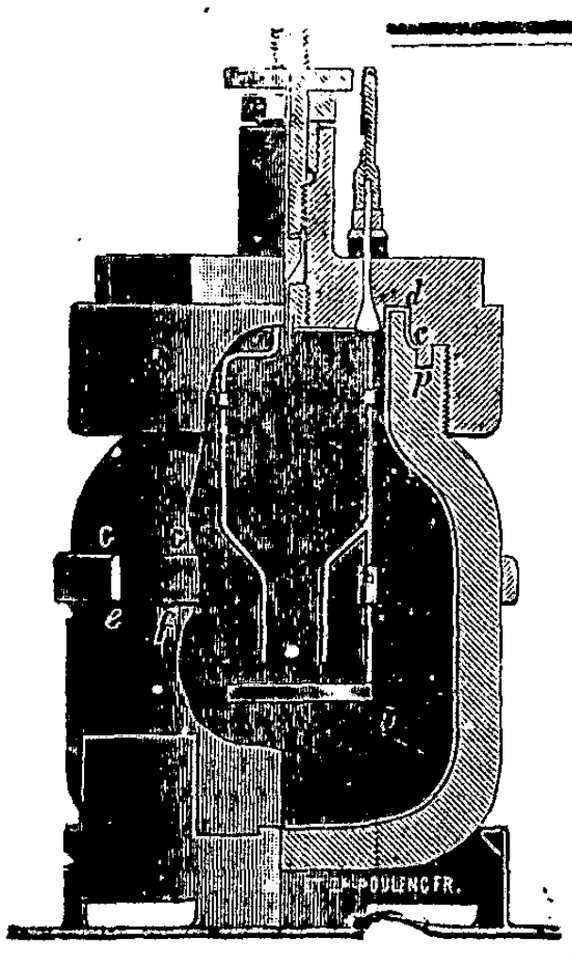
Sa couverture reproduit l'affiche illustrée de Kaysersberg, si appréciée des amateurs.

Ue description détaillée des villes et des sites desservis par le Réseau, d'admirables photographies, des hors-textes, cartes et plans, une liste des fêtes et manifestations prévues pour l'année 1931, les horaires des trains et des services automobiles touristiques, l'énumération des innombrables facilités accordées aux voyageurs qui veulent parcourir l'Alsace, la Lorraine ou le Luxembourg par chemin de fer ou par autocar, tels sont les éléments que vous offre, sous une forme agréable, ce guide qui deviendra votre plus sûr conseiller.

Cette élégante brochure est mise en vente aux Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, 5, rue de Florence ou 2, avenue Portalis, à Paris (8e), à la Maison du Tourisme, 53, avenue George-V, à Paris, à l'Exposition Coloniale : Cité des Informations et à la gare de Paris-Est.

Son prix est de 3 fr. Aucun envoi n'est fait contre remboursement. L'expédition est faite par poste contre envoi préalable de la somme de 3 fr. 85 au compte chèque-postal A. L. Paris n° 27.988.

NOUS rappelons à nos abonnés qu'il nous est impossible de tenir compte des demandes de changement d'adresse non accompagnées de 1 franc en timbres postes.



Société des Usines Chimiques RHÔNE-POULENC

Société Anonyme au capital de 75.000.000 fr. — Siège Social : 21, Rue Jean-Goujon — Paris 8e

PRODUITS CHIMIQUES PURS ET INDUSTRIELS

ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

BOMBE CALORIMÉTRIQUE de HAUTE PRÉCISION
de M. le Professeur MOUREU

CALORIMÈTRE ADIABATIQUE LANDRIEU

OBUS CALORIMÉTRIQUE de MAHLER pour l'ESSAI des COMBUSTIBLES

BOMBE de MAHLER GOUTAL pour le DOSAGE du CARBONE dans les FERS, FONTES, etc.

ANALYSEUR GOUTAL
pour le DOSAGE RAPIDE du CARBONE

BALANCES de PRÉCISION à CHAINE

GRISOUMÈTRE LE CHATELIER

INFLAMMATEUR TAFFANEL et LE FLOCH
pour l'ÉTUDE de l'INFLAMMATION des POUSSIÈRES

PYROMÈTRES (notice sur demande)

POTENTIOMÈTRE A. B.
pour la MESURE des Ph.

VERRERIE SOUFFLÉE et GRADUÉE

CATALOGUES, NOTICES ET DEVIS SUR DEMANDE

SUCCURSALE : 122, BOULEVARD SAINT-GERMAIN — PARIS

MÉDICATION ALCALINE PRATIQUE

COMPRIMÉS VICHY-ÉTAT

4 à 5 comprimés par verre d'eau
12 à 15 comprimés par litre. R. C. Seine 53-131

POUR PASSER AGREABLEMENT LES BEAUX JOURS...

Puisque la belle saison est venue, pourquoi ne profitez-vous pas de votre week-end pour aller faire du camping et de ravissantes excursions en montagne et en forêt dans les Vosges qui sont si près de Paris grâce aux excellents horaires actuels?

Jusqu'au 15 octobre, l'Agence officielle des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, 2, avenue Portalis, à Paris, téléphone : Laborde 70-63 vous procurera des billets d'aller et retour de fin de semaine à prix réduit, valables du vendredi à 20 h. au lundi à 24 h., pour les centres d'excursions d'Abreschviller, Barr, Fouday, Kruth, Lautenbach, Metzeral, Munster, Obernai, Provenchères-sur-Fave, Rothau, Saales, Saverne, Schirmeck, Sewen, Wesserling.

Si vous disposez d'au moins 12 jours, la même Agence vous délivrera jusqu'au 25 juin et du 20 août au 30 septembre des billets à prix réduit et à longue validité, pour une des nombreuses stations thermales ou climatiques desservies par les gares suivantes :

Pour l'Alsace : Barr, Guebwiller, Lautenbach, Metzeral, Morsbronn-les-Bains, Munster, Niederbronn-les-Bains, Obernai, Rothau, Ribeauvillé, Saverne, Schirmeck, Thann, Turckheim.

Pour la Lorraine : Thionville et Sierck.

Pour le Grand-Duché : Clervaux, Diekirch, Luxembourg.

Paris-Casablanca par trains et avions de luxe

La vitesse et le confort s'allient de plus en plus.

Depuis le 1er mai, l'avion pour Casablanca part de Toulouse à 6 h. 15 avec la correspondance du train de luxe « **BARCELONE-EXPRESS** », qui a quitté Paris à 19 h. 20 la veille au soir.

Un car de luxe prend à la descente du train le voyageur qui trouve à l'aérodrome un avion-Pullman les mardis, jeudis et samedis et un avion-Limousine les mercredis, vendredis et dimanches (arrivée à Casablanca vers 16 h. 45, le jour même).

Paris-Casablanca en 21 heues, dans un lit et un fauteuil ; c'est un véritable rêve !

CHEMINS DE FER DE L'ETAT

Relations directes entre l'Angleterre, le Sud-Ouest de la France et l'Espagne

1° Par le rapide Manche-Océan de Dieppe à Bordeaux, via Rouen-Le Mans-Nantes-La Rochelle, correspondance à Dieppe avec les services rapides « Londres-Newhaven-Dieppe ». Voitures directes et couchettes toutes classes wagon-restaurant.

2° Par la Côte d'Emeraude-Pyrénées, Saint-Malo-Bordeaux, via Rennes-Nantes-La Rochelle correspondance à Saint-Malo avec le paquebot de Southampton ; à Bordeaux avec le Sud-Express et les principaux trains du Midi. Voitures directes 1re et 2e classes Saint-Malo et Irun et vice-versa, wagon-restaurant.

Pour tous renseignements, s'adresser aux gares du réseau de l'Etat.

La Vallée de Chevreuse en Auto-Car.

Excursion d'un après-midi dans l'une des plus belles régions de la Banlieue de Paris, du 24 mai au 27 septembre inclus.

Les jeudis, dimanches et jours de fêtes au départ de la gare de St-Remy les-Chevreuse :

Saint-Remy-les-Chevreuse, départ à 14 h. 15 ; Chèvreuse ; Dampierre ; Les Vaux-de-Cernay ; Cernay-la-Ville ; Choisel ; Chevreuse ; St Remy-les-Chevreuse, retour vers 17 heures.

Prix du transport par place : 15 francs.

Cette excursion est effectuée en correspondance avec le train partant de Paris-Luxembourg le jeudi à 11 h. 48, et les dimanches et jours de fête à 12 h. 52 (Arrivée à St-Remy-les-Chevreuse 13 h. 09 ou 14 h. 06) ; au retour, les Touristes peuvent prendre le train quittant St Remy à 17 h. 56 (Arrivée à Paris-Luxembourg à 19 h. 11 le jeudi et à 19 h. 17 les dimanches et fêtes).

Le nombre des places étant limité, il est recommandé de prendre ses billets à l'avance aux gares de Paris-Luxembourg, Port-Royal ou Denfert. La vente cesse les jours de circuit à 11 h.

CHEMIN de FER de PARIS à ORLÉANS

CASABLANCA

Pour aller en ALGÉRIE

(ORAN ou ALGER)

Embarquez-vous à PORT-VENDRES

Vous passerez directement du Train au Paquebot

Vous naviguerez moins longtemps et dans les eaux les plus calmes.

Pour aller au MAROC

Passez par
BORDEAUX - CASABLANCA
MADRID - ALGÉSIRAS - TANGER
(trains rapides et de luxe **"Pyrénées - Côte d'Argent"**)
Traversée réduite au minimum (2 h. ½).

TOULOUSE - CASABLANCA (par avion)
voie la plus rapide.

PORT-VENDRES — ORAN — OUDJDA

Transbordement direct du Train au Paquebot
Traversée en eaux calmes.

Renseignements à l'Agence
P. O. MIDI, 16, Boul. des Capucines
et au Bureau de Renseignements : **126, Boul. Raspail, PARIS**
Aux principales Agences de voyages.
R. C. Seine 88928

SAISON THERMALE 1931

Service Automobile entre le Mont-Dore et Saint-Nectaire.

Aller. — Du 21 au 31 mai. — Le Mont-Dore dép. 6 h. 45, Murols arr. 8 h., Saint-Nectaire arr. 8 h. 15.

Du 1er juin au 15 septembre. — Le Mont-Dore dép. 18 h. 30, Murols arr. 19 h. 45, Saint-Nectaire arr. 20 heures

Du 1er juin au 30 septembre. — Le Mont-Dore dép. 8 heures, Murols arr. 9 h. 15, Saint-Nectaire arr. 9 h. 30.

Retour. — Du 21 au 31 mai. — Saint-Nectaire dép. 17 h. 30, Murols dép. 17 h. 45, le Mont-Dore arr. 19 heures.

Du 1er juin au 15 septembre. — Saint-Nectaire dép. 7 h. 30, Murols dép. 7 h. 45, le Mont-Dore arr. 9 heures.

Du 1er juin au 30 septembre. — Saint-Nectaire dép. 17 h. 45, Murols dép. 18 h., le Mont-Dore arr. 19 h. 15.

Prix des places. — Du Mont-Dore à Murols, ou vice-versa : 17 francs.

Du Mont-Dore à Saint-Nectaire, ou vice-versa : aller, 23 fr. ; aller et retour, 35 francs.

Bagages. — Du Mont-Dore à St-Nectaire, minimum de 13 fr. 05 jusqu'à 30 kilogr. ; au-dessus de 30 kilogr., 4 fr. 35 par 10 kilogr. ou fraction de 10 kilogrammes.

Location des places (3 fr. par personne), soit à Paris : à la gare du Quai d'Orsay, aux Agences de la Cie d'Orléans, 16, boulevard des Capucines et 126, boul. Raspail, ou à la Maison du Tourisme, 53, avenue George V ; soit aux Bureaux du Service Automobile à La Bourboule, au Mont-Dore et à Saint-Nectaire.

Eau de régime des ARTHRITIQUES

VICHY CÉLESTINS

en bouteilles, demies et quarts

Reg. du Com. Paris 30.051

Éditeurs : FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne GAVID NUTT, Londres - AKAD, VERLAGSGESELLSCHAFT, Leipzig R. E. STECHERT & Co., New-York - RUIZ HERMANOS, Madrid FERNANDO MACHADO & Cia, Porto - THE MARUZEN Company, Tokyo.

" SCIENTIA "

Revue Internationale de Synthèse scientifique

Paraissant mensuellement en fascicules de 100 à 120 pages chacun

Ex-Directeur : EUGENIO RIGNANO

Directeurs : **F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES**

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale.

EST L'UNIQUE REVUE à diffusion absolument mondiale.

EST L'UNIQUE REVUE de synthèse et d'unification du savoir qui traite les questions fondamentales de toutes les sciences : histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie et sociologie.

EST L'UNIQUE REVUE qui, par des enquêtes conduites auprès des plus éminents savants et écrivains de tous les pays (*Sur les principes philosophiques des diverses sciences ; Sur les questions d'astronomie et de physique les plus fondamentales qui se trouvent à l'ordre du jour ; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir ; Sur les plus importantes questions de biologie ; Sur les grandes questions économiques et sociologiques internationales*), étudie tous les problèmes essentiels qui agitent les milieux intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier essai d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique.

EST L'UNIQUE REVUE qui puisse se vanter d'avoir parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs et à chaque fascicule est joint *un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français*. Ainsi la revue est completement accessible même à qui ne connait que la langue française. (*Demandez un numéro spécimen gratuit* au Secrétaire Général de « Scientia », Milan, en joignant à la demande, pour remboursement des frais d'envoi, la somme de trois francs en timbres poste français.)

ABONNEMENT : Fr. 200.

BUREAUX DE LA REVUE : Via A. De Togni 12 - Milano (116)

Secrétaire Général : DR PAOLO BONETTI.

SOCIETÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 100.000.000 de Francs (Régie intéressée)

PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce de la Seine, n° 45.943

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :

6, RUE CONDORCET

66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire
53, boulevard Rochechouart - 16, rue Franklin - 92, boulevard Raspail
13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville
43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Meissonier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprecier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs, Calorifères, Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves, etc. Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurant . Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE :
45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET.

600 PLAGES

le réseau de l'Etat vous offre pour vous rendre à la plage que vous aurez choisie, des billets de famille comportant jusqu'à :

75 % DE RÉDUCTION

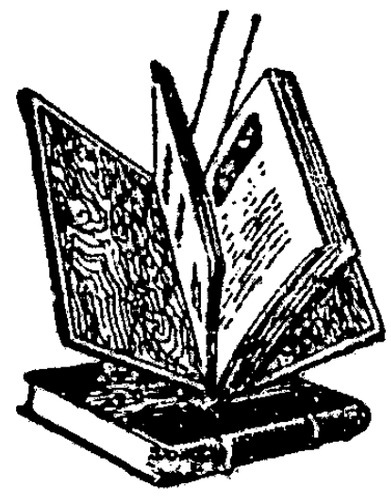
LE RÉSEAU DE LA MER

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

SELFIOR

Reliure instantanée pour un an de nos éditions :

Revue Bleue
Revue Scientifique
France Nouvelle



L'Administration se fera un plaisir d'adresser à tous ceux de ses nombreux lecteurs qui lui en feront la demande, contre la somme de [illegible] de port, un **SELFIOR**, reliure automatique permettant de relier soi-même soit en fin d'année soit en cours d'abonnement une collection annuelle de nos revues.

Pour l'Etranger le prix du port est de : Frs **4.50**

SELF-RELIURE : Reliure extensible pour livres brochés

Pour les amateurs d'affiches illustrees

La Compagnie d'Orléans vient d'éditer quatre nouvelles affiches . ,

La Baule, « la plage du soleil », gracieuse scène de régates (par Hallo).

La statue de Sainte-Foy du Trésor de Conques (Aveyron), incomparable pièce d'orfèvrerie du Moyen-Age (par Hallo).

Salers (par F. Commarmond), le noble bourg auvergnat si fièrement campé sur le rebord de son plateau.

L'élégant château historique de Sully-sur-Loire (par Constant Duval).

Ces affiches sont en vente au prix unique de 5 francs l'exemplaire.

Exceptionnellement, il a été tiré de l'affiche représentant la statue de Ste-Foy un petit nombre d'exemplaires avant la lettre, ce qui conserve à cette œuvre tout son caractère artistique. Ces exemplaires spéciaux sont vendus au prix de 10 francs.

On peut se procurer la liste des affiches mises en vente (5 fr. l'exemplaire) ainsi que les affiches elles-mêmes au Service de la Publicité, 1, Place Valhubert, à Paris.

L'envoi est fait par poste sous rouleau contre mandats ou chèques postaux (compte Paris 1204) adressés au dit service (ajouter 0,50 par affiche pour frais d'envoi).

On peut également se les procurer sur place à Paris : aux Agences de la Compagnie d'Orléans, 16, boulevard des Capucines et 126, boulevard Raspail, à la gare de Paris-Quai d'Orsay (Bureau de renseignements) ou dans les Foires et Expositions de Paris ou de Province où la Compagnie d'Orléans possède un Stand.

L'Administration des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine vient d'éditer et de mettre en vente quatre nouvelles affiches illustrées :

Sports d'hiver dans les Vosges (la vallée de Munster et le Hohneck), par Broders ; la vallée de Munster, par Blumer ; Niederbronn-les-Bains, par Blumer.

Elle rappelle, à cette occasion, qu'elle dispose encore d'un certain nombre d'exemplaires des affiches suivantes :

Le château du Haut-Koenigsbourg, par Commarmond ; le Lac de la Lauch et le Ballon de Guebwiller, par Broders ; Bitche, par Lacaze ; la Lorraine pittoresque : Aqueduc romain de Jouy-aux-Arches, par Commarmond ; la Lorraine pittoresque : Rocher de Dabo, Chapelle Saint-Léon, par Perronet ; Luxembourg, Vieux quartier de Grund, par Hallo ; Mont Sainte-Odile, par Blumer ; Oderen, par Grainer ; Thann, par Hallo ; Vieux Metz, par Marks; la Lorraine pittoresque : Sierck, par Galan ; Kaysersberg, par Hallo.

Le prix de ces affiches est de 5 francs l'exemplaire ou de 4 fr. 50 pour une commande minimum de quatre exemplaires.

L'expédition en est faite franco sous enveloppe contre l'envoi, au préalable, de leur valeur au compte Chèque postal (A. L. Paris N° 27.988).

Pour les recevoir sous rouleau de carton, joindre le prix d'un colis postal (4 fr. 30 en gare, 5 fr. 75 à domicile).

Ecrire ou s'adresser aux Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, 5, rue de Florence, Paris (8e). Agence Saint-Augustin, 2, avenue Portalis (8e).

N. B. — Aucun envoi n'est fait contre remboursement

NOUS rappelons à nos abonnés qu'il nous est impossible de tenir compte des demandes de changement d'adresse non accompagnées de 1 franc en timbres postes.

CHEMIN de FER de PARIS à ORLÉANS

EVAUX-LES-BAINS

L'Auvergne

En Auvergne et dans les régions voisines, il existe de grandes stations thermales ou climatiques: La Bourboule, le Mont-Dore, Saint-Nectaire, Royat Vic-sur-Cère, le Lioran, Néris-les-Bains, Evaux-les-Bains, Miers près Rocamadour, etc...

En outre, les Gorges du Tarn sont une des merveilles naturelles de la France et vers les Cévennes se trouve Lamalou-les-Bains.

En été des services automobiles au départ du Mont-Dore (notamment sur St-Nectaire et Besse) et de Vic-sur-Cère permettent la visite des plus beaux sites.

Pour tous renseignements, consulter le *Livret-guide* officiel de la Compagnie d'Orléans

---

LA VALLEE DE LA CREUSE

Circuit en Autocar
au départ d'Argenton-sur-Creuse.

Excursion combinée avec une promenade en canot automobile sur la retenue du barrage d'Eguzon.

Les dimanches du 31 mai au 12 juillet; tous les jours du 13 juillet au 27 septembre.

Argenton-sur-Creuse (départ 10 h. 05), Le Pin, Gargilesse (déjeûner), Barrage et lac d'Eguzon, Crozant, Argenton, retour vers 17 heures.

Pour permettre aux touristes de faire la promenade en canot sur le lac du barrage si le nombre des voyageurs l'exige, les touristes se divisent en 2 groupes, le premier groupe fait en canot automobile le trajet du Barrage à Crozant et revient en autocar de Crozant au Barrage ; le second, fait l'aller en autocar et le retour en canot.

Prix du transport par place (y compris le parcours en canot) : 35 francs.

En dehors des circuits combinés ci-dessus, des excursions en canot seront exécutées tous les jours, l'après-midi du 19 avril au 27 septembre, et en outre, le matin les dimanches et fêtes du 19 avril au 13 juillet, et tous les jours du 13 juillet au 27 septembre.

Prix : 10 fr. trajet simple, 15 fr. aller et retour ; minimum requis de 6 ou 8 voyageurs suivant les les services.

Se renseigner : aux Agences de la Compagnie d'Orléans, 16 boulevard des Capucines et 126, boulevard Raspail ou à la Maison du Tourisme, 53, avenue George V, à Paris ; à la Société des Transports Départementaux à Argenton-sur-Creuse (Indre), à la Société Touristique et Forestière d'Eguzon, Barrage d'Eguzon (Indre).

POUR ALLER EN ANGLETERRE

PARIS-SAINT-LAZARE A LONDRES
par les plus luxueux paquebots de la Manche.

Le jour le service rapide le plus agréable et le plus économique est celui de Dieppe-Newhaven.

La nuit vous avez le choix entre : Le Havre-Southampton, service le plus confortable ou Dieppe-Newhaven service économique le plus rapide.

6 services chaque jour.

Se renseigner à la gare de Paris-Saint-Lazare, au Bureau du Southerne Railway, 64, rue du Quatre-Septembre et aux principales Agences de Paris.

LE VRAI GUIDE DU TOURISTE

C'est le guide officiel illustré 1931 des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, dont la publication a rencontré un succès sans précédent.

Sa couverture reproduit l'affiche illustrée de Kaysersberg, si appréciée des amateurs.

Ue description détaillée des villes et des sites desservis par le Réseau, d'admirables photographies, des hors-textes, cartes et plans, une liste des fêtes et manifestations prévues pour l'année 1931, les horaires des trains et des services automobiles touristiques, l'énumération des innombrables facilités accordées aux voyageurs qui veulent parcourir l'Alsace, la Lorraine ou le Luxembourg par chemin de fer ou par autocar, teis sont les éléments que vous offre, sous une forme agréable, ce guide qui deviendra votre plus sûr conseiller.

Cette élégante brochure est mise en vente aux Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, 5, rue de Florence ou 2, avenue Portalis, à Paris (8e), à la Maison du Tourisme, 53, avenue George-V, à Paris, à l'Exposition Coloniale : Cité des Informations et à la gare de Paris-Est.

Son prix est de 3 fr. Aucun envoi n'est fait contre remboursement. L'expédition est faite par poste contre envoi préalable de la somme de 3 fr. 85 au compte chèque-postal A. L. Paris n° 27.988.

SAISON THERMALE 1931

Service Automobile entre le Mont-Dore et Saint-Nectaire.

Aller. — Du 21 au 31 mai. — Le Mont-Dore dép. 6 h. 45. Murols arr. 8 h., Saint-Nectaire arr. 8 h. 15.

Du 1er juin au 15 septembre. — Le Mont-Dore dép. 18 h. 30, Murols arr. 19 h. 45, Saint-Nectaire arr. 20 heures

Du 1er juin au 30 septembre. — Le Mont-Dore dép. 8 heures, Murols arr. 9 h. 15, Saint-Nectaire arr. 9 h. 30.

Retour. — Du 21 au 31 mai. — Saint-Nectaire dép. 17 h. 30, Murols dép. 17 h. 45, le Mont-Dore arr. 19 heures.

Du 1er juin au 15 septembre. — Saint-Nectaire dép. 7 h. 30, Murols dép. 7 h. 45, le Mont-Dore arr. 9 heures.

Du 1er juin au 30 septembre. — Saint-Nectaire dép. 17 h. 45, Murols dép. 18 h., le Mont-Dore arr. 19 h. 15.

Prix des places. — Du Mont-Dore à Murols, ou vice-versa : 17 francs.

Du Mont-Dore à Saint-Nectaire, ou vice-versa : aller, 23 fr.; aller et retour, 35 francs.

Bagages. — Du Mont-Dore à St-Nectaire, minimum de 13 fr. 05 jusqu'à 30 kilogr.; au-dessus de 30 kilogr., 4 fr. 35 par 10 kilogr. ou fraction de 10 kilogrammes.

Location des places (3 fr. par personne), soit à Paris : à la gare du Quai d'Orsay, aux Agences de la Cie d'Orléans, 16, boulevard des Capucines et 126, boul. Raspail, ou à la Maison du Tourisme, 53, avenue George V; soit aux Bureaux du Service Automobile à La Bourboule, au Mont-Dore et à Saint-Nectaire.

BREVETS D'INVENTION

ASSOCIATION FRANÇAISE DES
INGÉNIEURS - CONSEILS
En Propriété industrielle

FONDÉE EN 1884

EXTRAITS DES STATUTS

Art. 2. — L'Association a pour but : 1° De grouper les Ingénieurs-Conseils en propriété industrielle qui réunissent les qualités requises d'honorabilité, de moralité et de capacité ;

2° de veiller au maintien de la considération et de la dignité de la profession d'ingénieur-Conseil en propriété industrielle.

LISTE DES MEMBRES TITULAIRES

ARMENGAUD Aîné * ↧ & Ch. DONY	GUTENBERG 11-94 - 21, bd Poissonnière, Paris
ARMENGAUD Jeune	PROVENCE 13-39 - 23, boulevard de Strasbourg, Paris
E. BERT O. ✠ & G. de KERAVENANT * ↧	ARCHIVES 36-42 - 7, bd St-Denis, Paris
C. BLETRY O. ✠	BOTZARIS 39-58 et 39-59 - 2, boulevard de Strasbourg, Paris
G. BOUJU ↧	NORD 20-87 - 8, boulevard St-Martin, Paris
H. BRANDON G. SIMONNOT & L. RINUY	TRINITÉ 11-58 et 39-38 - 49, rue de Provence, Paris
A. de CARSALADE * ↧ & P. REGIMBEAU ↧	ELYSÉES 54-35 63, av. des Champs-Elysées, Paris
CASALONGA * ↧	ELYSÉES 06-40 et 04-66 - 8, avenue Percier, Paris
CHASSEVENT & P. BROT	BOTZARIS 17-22 - 11, boulevard de Magenta, Paris
P. COULOMB O	ROQUETTE 34-51 - 48, rue de Malte, Paris
C. DANZER	CENTRAL 41-71 - 20, rue Vignon, Paris
Henri ELLUIN	PROVENCE 17-20 - 42, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris
P. LOYER * ↧	ANJOU 09-94 - 25, rue Lavoisier, Paris
GERMAIN & MAUREAU	BARRE 7-82 - 31, rue de l'Hôtel-de-Ville, Lyon
F. HARLE * & G. BRUNETON O. * ↧	TRUDAINE 34-28 - 21, r. La Rochefoucauld, Paris
L. JOSSE ↧ & E. KLOTZ *	GUTENBERG 16-61 - 17, boulevard de la Madeleine, Paris
A. LAVOIX * L. MOSES & A. GEHET	TRINITE 22-22 et 68-01 - 2, rue Blanche, Paris
A. MONTEILHET * ↧	ROQUETTE 19-37 - 90, boulevard Richard-Lenoir, Paris
G. PROTTE * ↧	NORD 20-15 - 58, boulevard de Strasbourg, Paris

L'Association ne se chargeant d'aucun travail, prière de s'adresser directement à ses membres, en se recommandant de la présente publication.

MARQUES MODÈLES

CLICHÉS DAMPENON & DELARUE

SOCIETÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 400.000.000. de Francs (Régie intéressée)

PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce de la Seine, n° 45.043

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :

6, RUE CONDORCET

66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire
53, boulevard Rochechouart - 16, rue Franklin - 92, boulevard Raspail
13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville
43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Meissonnier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprécier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs, Calorifères, Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves, etc. Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurants. Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE :
45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

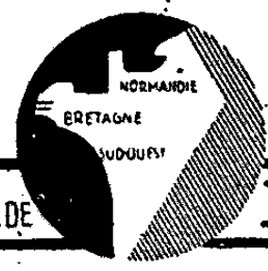
Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET.

600 PLAGES

le réseau de l'Etat vous offre pour vous rendre à la plage que vous aurez choisie, des billets de famille comportant jusqu'à :

75 % DE RÉDUCTION



LE RÉSEAU DE LA MER

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

Relations entre Paris, Metz, Sarrebrück, Francfort et le Palatinat.

A partir du 15 mai, les trains express assurant les relations entre Paris, Metz et Sarebrück via Toul seront acheminés par la nouvelle ligne de Lérouville à Metz via Thiaucourt; leur durée de trajet sera sensiblement réduite.

Cinq services directs rapides relieront, comme actuellement, Paris, Metz et Sarrebrück. Les départs de Paris, fixés à 7 h. 15, 9 h. 05, 13 h. 40, 17 h. 51 et 0 h. 15, permettront d'arriver à Metz respectivement à 11 h. 50, 13 h. 45, 18 h. 08, 22 h. 35, et 5 h. 15 et à Sarrebrück à 13 h. 42, 15 h. 30 ,19 h. 50, 0 h. 15 et 6 h. 52.

En sens inverse, cinq services directs assureront également les relations entre Sarrebrück, Metz et Paris. Départs Sarrebrück à 6 h. 01, 10 h. 33, 13 h. 00, 17 h. 10 et 22 h. 10, de Metz à 7 h. 42, 11 h. 34, 14 h. 48, 18 h. 40 et 0 h. 15, correspondant à des arrivées à Paris fixées respectivement à 12 h. 17, 15 h. 56, 19 h. 30, 23 h. 20 et 5 h. 39.

Les relations entre Paris et l'Allemagne Occidentale bénéficieront de ces accélérations. Pendant l'été les trains partant de Paris à 7 h. 15, 13 h. 40 et 0 h. 15 seront prolongés au-delà de Sarebrück, desserviront Kaiserlautern à 15 h. 15, à 21 h. 30 et 8 h. 17; Ludwigshafen à 16 h. 20, à 22 h. 38 et à 9 h. 18; Mayence à 18 h. 13, à 23 h. 50 et à 10 h. 39; Wiesbaden à 18 h. 53, à 0 h. 12 et à 10 h. 57 et arriveront à Francfort à 18 h. 35, à 0 h. 34 et à 11 h. 37. Le train partant de Paris à 9 h. 05 arrivera à Ludwigshafen à 19 h .04, à Worms à 19 h. 35, à Mayence à 20 h. 19, à Wiesbaden à 20 h. 34, à Francfort à 20 h. 52.

En sens inverse, les trains arrivant à Paris à 19 h. 30 et 23 h. 20 partiront respectivement de Francfort à 8 h. 05 et 13 h. 06; de Wiesbaden à 8 h. 21 et 13 h. 20; de Mayence à 8 h. 44 et 13 h. 40; de Bingerbrück à 9 h. 17 et 14 h. 13; de Kreuznach à 9 h. 35 et 1 4h. 30. L'express arrivant à Paris à 5 h. 39 quittera Francfort à 17 h. 37, Mayence à 17 h. 38, Wiesbaden à 17 h. 12, Ludwigshafen à 19 h. 08, Kaiserslauten à 20 h. 12.

Facilités offertes aux touristes effectuant des circuits automobiles.

En vue de développer le tourisme dans les régions desservies par des services réguliers d'autocars, la Compagnie d'Orléans a décidé d'accorder aux porteurs de billets aller et retour du Tarif spécial intérieur V. n° 2 et commun V. n° 102, ou de billets aller et retour pour familles nombreuses et réformés de guerre (annexe commune aux tarifs généraux de G. V. et aux tarifs spéciaux V. n° 1, V. n° 101 (titre I) et V. n° 2 102), délivrés au départ des gares de son réseau (1) à destination de la gare de rattachement de ces circuits, une validité supplémentaire gratuite d'un jour par circuit effectué.

Cette validité supplémentaire est portée à 8 jours pour les circuits de la Route de Bretagne et de Rocamadour-Gorges du Tarn, à 5 jours pour celui de la Route des Monts d'Auvergne et à 3 jours pour les circuits de deux journées au départ de Rocamadour et de Capdenac et Figeac et pour le service Quimper-Brest.

Les gares points de départ des circuits sont les suivantes : Orléans, Blois, Tours, Saumur, Angers, Fornichet, La Baule-Escoublac, Le Pouliguen, Vannes, Quiberon (pour Le Palais Belle-Ile et la Route de Bretagne), Lorient, Quimper, Argenton-sur-Creuse, Limoges-Bénédictins, Bordeaux, Périgueux, Les Eyzies, Brive, Rocamadour, Figeac, Capdenac, La Bourboule, Le Mont-Dore, Montluçon et Néris-les-Bains.

La prolongation sera accordée, par la gare point de départ du circuit, sur production d'une attestation de l'entreprise de transport, au voyageur qui aura effectué le circuit.

Ces dispositions sont applicables pendant la durée du fonctionnement des circuits.

(1) Sauf Paris, en ce qui concerne les circuits au départ d'Orléans, Blois, Tours, Saumur et Angers soumis à un régime particulier.

SAISON THERMALE 1931

Relations de jour de Paris avec La Bourboule et Le Mont-Dore

Rétablissement du train rapide 85 (1e et 2e classes) entre Paris et Montluçon à l'aler et du train 88 (toutes classes) entre Montluçon et Paris au retour.

A l'aler, du 23 juin au 29 septembre inclus : départ de Paris-Quai d'Orsay à 9 h. 53 - arrivée à La Bourboule à 17h.50 et au Mont-Dore à 18h.12.

Au retour, tous les jours du 24 juin au 30 septembre inclus : départ du Mont-Dore à 9h.37 et de La Bourboule à 9h.54 - arrivée à Paris-Quai d'Orsay à 18h.17, heure bien plus favorable pour le dîner que celle du train 86 (19h.17).

Voitures directes de . et 2e classes de Paris au Mont-Dore à l'aller et de toutes classes au reour.

wagon-Restaurant de Paris à Montluçon, à l'aller, et d'Eygurande-Merlines à Paris, au retour

Service automobile entre Le Mont-Dore et Saint-Nectaire et vice-versa jusqu'au 30 septembre.

Service quotidien entre Paris, Berne, l'Oberland Bernois, le Lôtschberg, Milan (via Belfort-Delle).

Paris-Milan et Paris-Interlaken.

Départ de Paris : 9 h. 45. Arrivée à Berne à 17 h. 45, à Interlaken à 19 h. 25, à Milan à 23 h. 40. Départ de Milan : 7 h. 05, de Berne à 13 h. 35, d'Interlaken à 12 heures. Arrivée à Paris à 21 heures 25.

(Trajet Paris-Berne en 8 heures. Paris-Interlaken en 9 h. 1/2).

Voitures directes 1re-2e classes Paris-Milan.

Voiture-salon Pullman de 2e classe entre Paris et Interlaken du 1er juillet au 10 septembre.

Service permanent de jour (1re-2e-3e classes)

Paris-Berne-Loetschberg-Milan.

Départ de Paris 14 heures. Arrivée à Berne à 23 h. 05, à Milan à 5 h. 55.

Départ de Milan à 7 h. 05, d'Interlaken à 12 heures, de Berne à 13 h. 35. Arrivée à Paris : 23 h. 25.

Service permanent de nuit (1re-2e-3e classes)

Paris-Berne-Loetschberg-Milan.

Wagon-lits entre Paris et Brigue.

Départ de Paris 22 h. 50. Arrivée à Berne à 8 h. 26, à Interlaken à 10 h. 05, à Milan à 14 h. 55.

Départ de Milan : 15 h. 45, d'Interlaken 20 h 50, de Berne 22 h. 28. Arrivée à Paris à 9 h. 05.

En outre, un service de luxe tri-hebdomadaire fonctionnera du 1er juillet au 11 septembre entre Londres, Calais, Paris et Berne-Interlaken.

Départ de Londres à 14 heures, de Paris à 19 heures 55, les lundi, mercredi, vendredi. Arrivée le lendemain à Berne à 8 h. 26, à Interlaken à 10 h. 05.

Départ d'Interlaken à 21 h. 10, de Berne à 22 h. 49, les lundi, mercredi, vendredi. Arrivée le lendemain à Paris à 10 h. 45. à Londres à 17 h. 15.

FONT-ROMEU et SUPERBAGNERES ne sont pas seulement des centres incomparables de sports d'hiver. A 1.800 mètres d'altitude, ces deux stations pyrénéennes justement réputées offrent, l'été les meilleures conditions de séjour en haute montagne.

A FONT-ROMEU (Pyrénées-Orientales) : Le Grand Hôtel et du Golf.

A SUPERBAGNÈRES (Haute-Garonne) : L'Hôtel de Superbagnères.

Service automobile entre Montluçon et Néris-les-Bains, du 15 mai au 4 octobre 1931, en correspondance avec les trains express et rapides.

Il est organisé, pendant la saison thermale, un service de correspondance-voyageurs par voitures automobiles entre Montluçon et Néris-les-Bains (7 départs par jour en semaine et 8 les dimanches et fêtes du 1er juin au 31 août, 5 départs par jour du 1er septembre au 4 octobre).

Prix par place, 3 francs ; carte d'abonnement, 12 francs, donnant droit à 6 voyages simples de Néris à Montluçon, mais seulement par le premier service au départ de Néris.

Billets directs et enregistrement direct des bagages pour Néris-les-Bains au départ de Paris (Quai d'Orsay, Austerlitz et bureau Raspail), Bordeaux-Bastide, Bordeaux-St-Jean, Tours, Périgueux, Bourges, St-Amand-Montrond, Guéret, Limoges-Bénédictins, Orléans, Vierzon, Nantes, Châteauroux, Angoulême, La Bourboule, Le Mont-Dore, Toulouse, Royat, Clermont-Ferrand Moulins, Vichy et Lyon-Perrache.

Franchise de transport pour les bagages jusqu'à 10 kgr. par voyageur . au-delà, le surplus sera taxé à raison de 0,50 par fraction indivisible de 10 kgr. avec minimum de perception de 1 franc par colis.

La Vallée de Chevreuse en Auto-Car.

Excursion d'un après-midi dans l'une des plus belles régions de la Banlieue de Paris, du 24 mai au 27 septembre inclus.

Les jeudis, dimanches et jours de fêtes au départ de la gare de St-Remy les-Chevreuse :

Saint-Remy-les-Chevreuse, départ à 14 h. 15 ; Chevreuse ; Dampierre ; Les Vaux-de-Cernay ; Cernay-la-Ville ; Choisel ; Chevreuse ; St Remy-les-Chevreuse, retour vers 17 heures.

Prix du transport par place : 15 francs.

Cette excursion est effectuée en correspondance avec le train partant de Paris-Luxembourg le jeudi à 11 h. 48, et les dimanches et jours de fête à 12 h. 52 (Arrivée à St-Remy-les-Chevreuse 13 h. 09 ou 14 h. 06) ; au retour, les Touristes peuvent prendre le train quittant St Remy à 17 h. 56 (Arrivée à Paris-Luxembourg à 19 h. 11 le jeudi et à 19 h. 17 les dimanches et fêtes).

Le nombre des places étant limité, il est recommandé de prendre ses billets à l'avance aux gares de Paris-Luxembourg, Port-Royal ou Denfert. La vente cesse les jours de circuit à 11 h.

Services automobiles touristiques SATOS

Tous les jours, sauf le dimanche, à partir du 10 juillet et jusqu'au 15 septembre, un service automobile SATOS reliera en une journée les deux grandes plages de Normandie et de Bretagne, Deauville et Dinard.

L'itinéraire, qui passe par Avranches, le Mont-Saint-Michel et Dinan permet la visite de la célèbre abbaye, pour laquelle un arrêt est prévu.

D'autre part, tous les mercredis et samedis, du 11 juillet au 6 septembre, le circuit de la Bretagne intérieure offre une magnifique excursion de Dinard à Quimper et à la Pointe du Raz, par les plus beaux sites de la Bretagne intérieure (gorges de Poulancre, du Blavet, Châteauneuf-du-Faou, etc.).

C'est le seul service touristique permettant de passer la nuit à la pointe du Raz. Le retour s'effectue les jeudis et dimanches par le Faouët, Pontivy, Loudéac.

Pour tous renseignements, s'adresser aux bureaux de tourisme des gares de Paris-Saint-Lazare, Paris-Montparnasse et Rouen R. D., et à toutes les gares du réseau de l'Etat.

Eau de régime des ARTHRITIQUES

VICHY CÉLESTINS

en bouteilles, demies et quarts

Reg. du Com. Paris 30.051

OXYGENE, AZOTE, AIR

comprimés ou liquides.

ACÉTYLÈNE DISSOUS

GAZ RARES

L'AIR LIQUIDE

SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS G. CLAUDE - CAPITAL 88.000 000 FR.
75, QUAI D'ORSAY, PARIS — R. C. Seine 53.868
Téléph. : Invalides 44-30 à 37; Inter Invalides 1, 2 et 3.

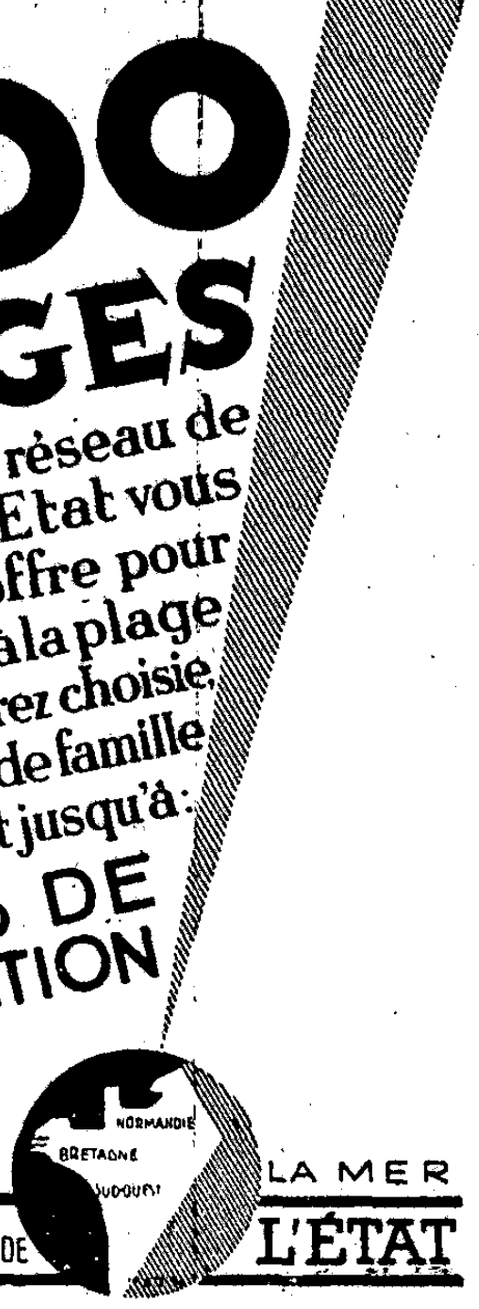
Construction et Vente d'Appareils de tous débits pour la fabrication de ces gaz.

Compresseurs pour tous gaz, tous débits et toutes pressions.

600 PLAGES

le réseau de l'Etat vous offre pour vous rendre à la plage que vous aurez choisie, des billets de famille comportant jusqu'à :

75 % DE RÉDUCTION



LE RÉSEAU DE LA MER

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT

RELATION DE JOUR DE TOUTES CLASSES ENTRE LES STATIONS DU MASSIF CENTRAL ET PARIS

L'express d'après-midi de toutes classes Brioude-Paris (N° 1414) a, depuis le 15 mai, son point de départ reporté à Langeac, où il reçoit la correspondance du train de matinée Nîmes-Langeac (N° 1444). Il relève également à Brioude une correspondance immédiate de Saint-Flour et au-delà vers Marjevols et à Arvant une correspondance d'Aurillac et de Vic-sur-Cère.

Départ de Nîmes 5 h. 10 ; Alès 6 h. 56 ; Mende h. ; La Bastide-St-Laurent-les-Bains 9 h. 57 ; Langogne 11 h. 08 ; Marvejols 7 h. 29 ; Aurillac h. 32 ; Vic-sur-Cère 10 h. 11 ; Saint-Flour 12 h. 10; Langeac 13 h. 10 ; Brioude 14 h. ; Arvant 14 h. 14.

Arrivée à Clermont-Ferrand 15 h. 19; Nevers h. 25 ; Paris-P.-L.-M. 22 h. 50.

Wagon-restaurant entre Nevers et Paris

La nuit... vous serez mieux en couchettes !

N'oubliez pas, si vous voyagez de nuit sur le Réseau de l'Etat, que de nombreux trains comportent des voitures couchettes de toutes classes.

Voilà bien le confort à portée de tous puisque, pour les plus longs parcours, vous n'avez à acquitter qu'un supplément de:

En hiver: 33 fr. 80 en 1re classe; 27 fr. 05 en 2e classe; 22 fr. 55 en 3e classe.

En été: 42 fr. 80 en 1re classe, 36 fr. 05 en 2e classe, 31 fr. 55 en 3e classe.

En outre, si vous revenez d'Angleterre par le service de nuit Newhaven-Dieppe, vous avez la faculté de rester dans votre couchette jusqu'à 7 h. 30, bien que votre train entre en gare de Paris-Saint-Lazare à 5 h. 23.

Tous renseignements désirables vous seront donnés dans les gares du Réseau de l'Etat.

SOCIETÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 100.000.000. de Francs (Régie intéressée)

PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce de la Seine, n° 45.948

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :

6, RUE CONDORCET

66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire
53, boulevard Rochechouart - 16, rue Franklin - 92, boulevard Raspail
13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville
43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Molesannier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprécier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs, Calorifères, Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves, etc. Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurants. Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE :
45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET.

*

POUR ALLER EN ANGLETERRE

PARIS-SAINT-LAZARE A LONDRES
par les plus luxueux paquebots de la Manche.

Le jour le service rapide le plus agréable et le plus économique est celui de Dieppe-Newhaven.

La nuit vous avez le choix entre :, Le Havre-Southampton, service le plus confortable ou Dieppe-Newhaven service économique le plus rapide.

6 services chaque jour.

Se renseigner à la gare de Paris-Saint-Lazare, au Bureau du Southerne Railway, 64, rue du Quatre-Septembre et aux principales Agences de Paris.

LE VRAI GUIDE DU TOURISTE

C'est le guide officiel illustré 1931 des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, dont la publication a rencontré un succès sans précédent.

Sa couverture reproduit l'affiche illustrée d. Kaysersberg, si appréciée des amateurs.

Ue description détaillée des villes et des sites desservis par le Réseau, d'admirables photographies, des hors-textes, cartes et plans, une liste des fêtes et manifestations prévues pour l'année 1931, les horaires des trains et des services automobiles touristiques, l'énumération des innombrables facilités accordées aux voyageurs qui veulent parcourir l'Alsace, la Lorraine ou le Luxembourg par chemin de fer ou par autocar, teis sont les éléments que vous offre, sous une forme agréable, ce guide qui deviendra votre plus sûr conseiller.

Cette élégante brochure est mise en vente aux Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, 5, rue de Florence ou 2, avenue Portalis, à Paris (8e), à la Maison du Tourisme, 53, avenue George-V, à Paris, à l'Exposition Coloniale : Cité des Informations et à la gare de Paris-Est.

Son prix est de 3 fr. Aucun envoi n'est fait contre remboursement. L'expédition est faite par poste contre envoi préalable de la somme de 3 fr. 8' au compte chèque-postal A. L. Paris n° 27.988.

SAISON THERMALE 1931

Service Automobile entre le Mont-Dore et Saint-Nectaire.

Aller. — Du 21 au 31 mai. — Le Mont-Dore dép. 6 h. 45, Murois arr. 8 h., Saint-Nectaire arr. 8 h. 15.

Du 1er juin au 15 septembre. — Le Mont-Dore dép. 18 h. 30, Murois arr. 19 h. 45, Saint-Nectaire arr. 20 heures

Du 1er juin au 30 septembre. — Le Mont-Dore dép. 8 heures, Murois arr. 9 h. 15, Saint-Nectaire arr. 9 h. 30.

Retour. — Du 21 au 31 mai. — Saint-Nectaire dép. 17 h. 30, Murois dép. 17 h. 45, le Mont-Dore arr. 19 heures.

Du 1er juin au 15 septembre. — Saint-Nectaire dép. 7 h. 30, Murois dép. 7 h. 45, le Mont-Dore arr. 9 heures.

Du 1er juin au 30 septembre. — Saint-Nectaire dép. 17 h. 45, Murois dép. 18 h., le Mont-Dore arr. 19 h. 15.

Prix des places. — Du Mont-Dore à Murois, ou vice-versa : 17 francs.

Du Mont-Dore à Saint-Nectaire, ou vice-versa : aller, 23 fr.; aller et retour, 35 francs.

Bagages. — Du Mont-Dore à St-Nectaire, minimum de 13 fr. 05 jusqu'à 30 kilogr.; au-dessus de 30 kilogr., 4 fr. 35 par 10 kilogr. ou fraction de 10 kilogrammes.

Location des places (3 fr. par personne), soit à Paris : à la gare du Quai d'Orsay, aux Agences de la Cie d'Orléans, 16, boulevard des Capucines et 126, boul. Raspail, ou à la Maison du Tourisme, 53, avenue George V; soit aux Bureaux du Service Automobile à La Bourboule, au Mont-Dore et à Saint-Nectaire.

CHEMIN de FER de PARIS à ORLÉANS

DOURDAN

La Banlieue Sud-Ouest

La Compagnie d'Orléans (de Paris-Quai d'Orsay à Etampes et Dourdan et de Paris-Luxembourg à Sceaux-Robinson et Limours) dessert, avec cette banlieue, une superbe région; (belles forêts, ruines romantiques, coquettes bourgades, grands châteaux, vieilles églises, Vallées de l'Orge, de la Juine, de la Bièvre, de l'Yvette.)

En été, circuit automobile au départ de Saint-Rémy-les-Chevreuse pour la visite du Pays de Chevreuse (Port-Royal, Dampierre et les Vaux-de-Cernay).

Pour tous renseignements, consulter le *Livret-guide* officiel de la Compagnie d'Orléans.

LA VALLEE DE LA CREUSE

Circuit en Autocar
au départ d'Argenton-sur-Creuse.

Excursion combinée avec une promenade en canot automobile sur la retenue du barrage d'Eguzon.

Les dimanches du 31 mai au 12 juillet; tous les jours du 13 juillet au 27 septembre.

Argenton-sur-Creuse (départ 10 h. 05), Le Pin, Gargilesse (déjeûner), Barrage et lac d'Eguzon, Crozant, Argenton, retour vers 17 heures.

Pour permettre aux touristes de faire la promenade en canot sur le lac du barrage, si le nombre des voyageurs l'exige, les touristes se divisent en 2 groupes, le premier groupe fait en canot automobile le trajet du Barrage à Crozant et revient en autocar de Crozant au Barrage ; le second, fait l'aller en autocar et le retour en canot.

Prix du transport par place (y compris le parcours en canot) : 35 francs.

En dehors des circuits combinés ci-dessus, des excursions en canot seront exécutées tous les jours, l'après-midi du 19 avril au 27 septembre, et en outre, le matin les dimanches et fêtes du 19 avril au 13 juillet, et tous les jours du 13 juillet au 27 septembre.

Prix : 10 fr. trajet simple, 15 fr. aller et retour ; minimum requis de 6 ou 8 voyageurs suivant les les services.

Se renseigner : aux Agences de la Compagnie d'Orléans, 16 boulevard des Capucines et 126, boulevard Raspail ou à la Maison du Tourisme, 53, avenue George V, à Paris ; à la Société des Transports Départementaux à Argenton-sur-Creuse (Indre), à la Société Touristique et Forestière d'Eguzon, Barrage d'Eguzon (Indre).

Pour les amateurs d'affiches illustrees

La Compagnie d'Orléans vient d'éditer quatre nouvelles affiches .

La Baule, « la plage du soleil », gracieuse scène de régates (par Hallo).

La statue de Sainte-Foy du Trésor de Conques (Aveyron), incomparable pièce d'orfèvrerie du Moyen-Age (par Hallo).

Salers (par F. Commarmond), le noble bourg auvergnat si fièrement campé sur le rebord de son plateau.

L'élégant château historique de Sully-sur-Loire (par Constant Duval).

Ces affiches sont en vente au prix unique de 5 francs l'exemplaire.

Exceptionnellement, il a été tiré de l'affiche représentant la statue de Ste-Foy un petit nombre d'exemplaires avant la lettre, ce qui conserve à cette œuvre tout son caractère artistique. Ces exemplaires spéciaux sont vendus au prix de 10 francs.

On peut se procurer la liste des affiches mises en vente (5 fr. l'exemplaire) ainsi que les affiches elles-mêmes au Service de la Publicité, 1, Place Valhubert, à Paris.

L'envoi est fait par poste sous rouleau contre mandats ou chèques postaux (compte Paris 1204) adressés au dit service (ajouter 0,50 par affiche pour frais d'envoi).

On peut également se les procurer sur place à Paris : aux Agences de la Compagnie d'Orléans, 16, boulevard des Capucines et 126, boulevard Raspail, à la gare de Paris-Quai d'Orsay (Bureau de renseignements) ou dans les Foires et Expositions de Paris ou de Province où la Compagnie d'Orléans possède un Stand.

L'Administration des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine vient d'éditer et de mettre en vente quatre nouvelles affiches illustrées :

Sports d'hiver dans les Vosges (la vallée de Munster et le Hohneck), par Broders ; la vallée de Munster, par Blumer ; Niederbronn-les-Bains, par Blumer.

Elle rappelle, à cette occasion, qu'elle dispose encore d'un certain nombre d'exemplaires des affiches suivantes :

Le château du Haut-Koenigsbourg, par Commarmond ; le Lac de la Lauch et le Ballon de Guebwiller, par Broders ; Bitche, par Lacaze ; la Lorraine pittoresque : Aqueduc romain de Jouy-aux-Arches, par Commarmond ; la Lorraine pittoresque : Rocher de Dabo, Chapelle Saint-Léon, par Perronet ; Luxembourg, Vieux quartier de Grund, par Hallo ; Mont Sainte-Odile, par Blumer ; Oderen, par Grainer ; Thann, par Hallo : Vieux Metz, par Marks; la Lorraine pittoresque : Sierck, par Galan ; Kaysersberg, par Hallo.

Le prix de ces affiches est de 5 francs l'exemplaire ou de 4 fr. 50 pour une commande minimum de quatre exemplaires.

L'expédition en est faite franco sous enveloppe contre l'envoi, au préalable, de leur valeur au compte Chèque postal (A. L. Paris N° 27.988).

Pour les recevoir sous rouleau de carton, joindre le prix d'un colis postal (4 fr. 30 en gare, 5 fr. 75 à domicile).

Ecrire ou s'adresser aux Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, 5, rue de Florence, Paris (8e). Agence Saint-Augustin, 2, avenue Portalis (8e).

N. B. — Aucun envoi n'est fait contre remboursement.

NOUS rappelons à nos abonnés qu'il nous est impossible de tenir compte des demandes de changement d'adresse non accompagnées de 1 franc en timbres postes.

Éditeurs : FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne
CAVID NUTT, Londres - AKAD, VERLAGSGESELLSCHAFT, Leipzig
R. E. STECHERT & Co., New-York - RUIZ HERMANOS, Madrid
FERNANDO MACHADO & Cia, Porto - THE MARUZEN Company, Tokyo.

" SCIENTIA ,"

Revue Internationale de Synthèse scientifique

Paraissant mensuellement en fascicules de 100 *à* 120 *pages chacun*

Ex-Directeur : EUGENIO RIGNANO

Directeurs : **F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES**

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale.

EST L'UNIQUE REVUE à diffusion absolument mondiale.

EST L'UNIQUE REVUE de synthese et d'unification du savoir qui traite les questions fondamentales de toutes les sciences : histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie et sociologie.

EST L'UNIQUE REVUE qui, par des enquêtes conduites auprès des plus éminents savants et écrivains de tous les pays (*Sur les principes philosophiques des diverses sciences ; Sur les questions d'astronomie et de physique les plus fondamentales qui se trouvent à l'ordre du jour ; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir ; Sur les plus importantes questions de biologie ; Sur les grandes questions économiques et sociologiques internationales*), étudie tous les problemes essentiels qui agitent les milieux intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier essai d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique.

EST L'UNIQUE REVUE qui puisse se vanter d'avoir parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs et à chaque fascicule est joint *un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français*. Ainsi la revue est completement accessible même à qui ne connait que la langue française. (*Demandez un numéro spécimen gratuit* au Secrétaire Général de « Scientia », Milan, en joignant à la demande, pour remboursement des frais d'envoi, la somme de trois francs en timbres poste français.)

ABONNEMENT : Fr. 200.

BUREAUX DE LA REVUE : Via A. De Togni 12 - Milano (116)

Secrétaire Général : Dr Paolo BONETTI.

SOCIETÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 100.000.000. de Francs (Régie intéressée)

PARIS (9e) — 6, Rue Condorcet, 6 — PARIS (9e)

Registre du Commerce de la Seine, n° 45.033

ÉCLAIRAGE - CHAUFFAGE - CUISINE

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :

6, RUE CONDORCET

66, rue Turbigo - 297, rue de Vaugirard - 25, avenue Hoche - 83, boulev. Voltaire
53, boulevard Rochechouart - 18, rue Franklin - 92, boulevard Raspail
13, avenue Duquesne - 184, rue du Faubourg Saint-Martin - 96, rue de Belleville
43, avenue de Saint-Mandé - 5-7, rue Meissonnier.

CUISINE DEMONSTRATIVE AU GAZ : 45, RUE LAFAYETTE

Le public trouve dans ces Magasins d'Exposition des appareils tout installés ; leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du gaz et d'en apprécier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs des pertes de temps toujours préjudiciables, la Société, à titre gracieux, transmet directement les commandes aux Fabricants.

ÉCLAIRAGE

Becs à incandescence, droits et renversés, de tous systèmes. Lustres, Appliques, Suspensions, etc... Foyers intensifs.

CHAUFFAGE

Appareils d'appartement de tous systèmes. Radiateurs, Calorifères, Chauffe-bains. Distributeurs d'eau chaude. Chaudière à gaz pour CHAUFFAGE CENTRAL.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

Traitement thermique des métaux : Chalumeaux, Fours, Forges, Etuves, etc. Fourneaux spéciaux pour industries diverses. Appareils pour le Chauffage des Fours de boulangerie et de pâtisserie.

CUISINE

Réchauds. Fours à rôtir et à pâtisserie. Fourneaux à gaz pour cuisine bourgeoise et pour restaurant. Fourneaux mixtes au coke et à gaz.

COURS GRATUITS DE CUISINE BOURGEOISE :
45, Rue Lafayette et 92, Boulevard Raspail.

Pour tous renseignements concernant les applications du gaz aux usages domestiques et industriels, s'adresser au Service de Vulgarisation, 8, r. Condorcet.

MAGASIN D'EXPOSITION D'APPAREILS A COKE : 4, RUE CONDORCET.

Relations de jour de Paris avec La Bourboule et Le Mont-Dore

Rétablissement du train rapide 85 (1e et 2e classes) entre Paris et Montluçon à l'aler et du train 88 (toutes classes) entre Montluçon et Paris au retour.

A l'aler, du 23 juin au 29 septembre inclus : départ de Paris-Quai d'Orsay à 9 h. 53 - arrivée à La Bourboule à 17h.50 et au Mont-Dore à 18h.12.

Au retour, tous les jours du 24 juin au 30 septembre inclus : départ du Mont-Dore à 9h.37 et de La Bourboule à 9h.54 - arrivée à Paris-Quai d'Orsay à 18h.17, heure bien plus favorable pour le dîner que celle du train 86 (19h.17).

Voitures directes de . et 2e classes de Paris au Mont-Dore à l'aller et de toutes classes au retour.

wagon-Restaurant de Paris à Montluçon, à l'aller, et d'Eygurande-Merlines à Paris, au retour

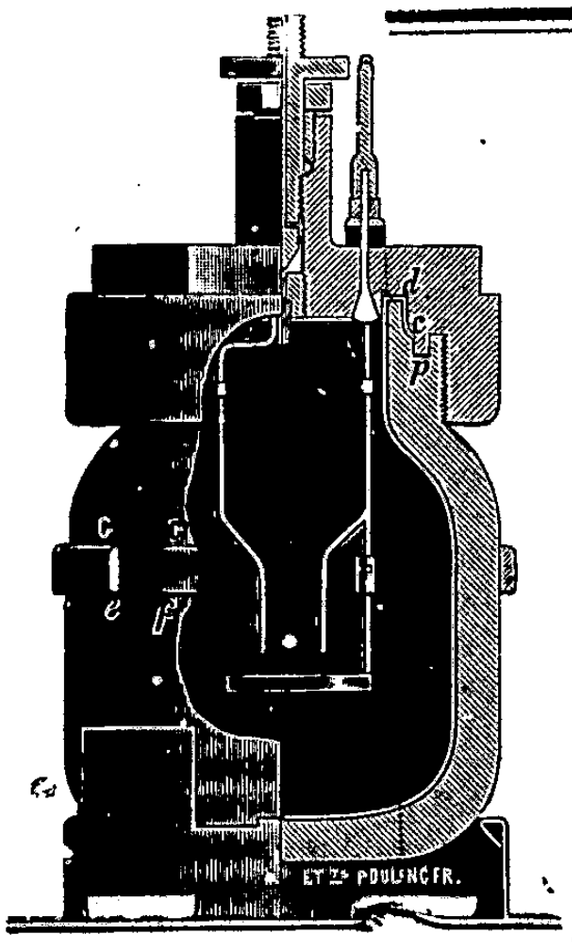
Service automobile entre Le Mont-Dore et Saint-Nectaire et vice-versa jusqu'au 30 septembre.

De l'Angleterre vers le sud-ouest de la France et l'Espagne par la Côte d'Emeraude-Pyrénées. Saint-Malo-Bordeaux en 8 h. 42.

Correspondance à Saint-Malo, avec le bateau de Southampton ; à Bordeaux, avec le Sud-Express.

Voitures directes, toutes classes, de Saint-Malo à Irun (Hendaye) et vice versa. Wagon-Restaurant.

Pour tous renseignements, s'adresser aux gares de chemin de fer de l'Etat.



Société des Usines Chimiques RHÔNE-POULENC

Société Anonyme au capital de 75.000.000 fr. — Siège Social : 21, Rue Jean-Goujon — Paris 8e

PRODUITS CHIMIQUES PURS ET INDUSTRIELS

ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

BOMBE CALORIMÉTRIQUE de HAUTE PRÉCISION de M. le Professeur MOUREU

CALORIMÈTRE ADIABATIQUE LANDRIEU

OBUS CALORIMÉTRIQUE de MAHLER pour l'ESSAI des COMBUSTIBLES

BOMBE de MAHLER GOUTAL pour le DOSAGE du CARBONE dans les FERS, FONTES, etc.

ANALYSEUR GOUTAL pour le DOSAGE RAPIDE du CARBONE

BALANCES de PRÉCISION à CHAINE

GRISOUMÈTRE LE CHATELIER

INFLAMMATEUR TAFFANEL et LE FLOCH pour l'ÉTUDE de l'INFLAMMATION des POUSSIERES

PYROMÈTRES (notice sur demande)

POTENTIOMÈTRE A. B. pour la MESURE des Ph.

VERRERIE SOUFFLÉE et GRADUÉE

CATALOGUES, NOTICES ET DEVIS SUR DEMANDE

SUCCURSALE : 122, BOULEVARD SAINT-GERMAIN — PARIS

RENTRÉE DES VACANCES 1931
(Septembre-Octobre)

Trains express supplémentaires (toutes classes).

1° Entre Quimper (dép. 14 h. jusqu'au 2 novembre incius) et Paris-Quai d'Orsay (arr. 24 h. jusqu'au 4 octobre inclus et 0 h. 12 à partir du 5 octobre). 1re et 2e classes seulement entre Nantes et Paris-Quai d'Orsay. Voiture directe de 1re et 2e classes « Quimper-Paris »

2° Entre Angoulême (dép. 10 h. 30) et Paris-Quai d'Orsay (arr. 17 h. 09) du 19 septembre au 4 octobre inclus.

3° Entre Angoulême (dép. 21 h. 53) et Paris-Quai d'Orsay (arr. 4 h. 48) du 21 septembre (nuit du 21 au 22) au 4 octobre inclus (nuit du 4 au 5).

4° Entre Périgueux (dép. 20 h. 55) et Paris-Austerlitz (arr. 4 h. 50) du 19 septembre (nuit du 19 au 20) au 3 octobre inclus (nuit du 3 au 4).

5° Entre Toulouse (dép. 13 h.) et Paris-Quai d'Orsay (arr. 23 h. 51) du 12 septembre au 4 octobre inclus (avec correspondance de Bourges (dép. 20 h. 09).

6° Entre Limoges (dép. 9 h. 01) et Paris-Quai d'Orsay (arr. 15 h. 49) du 19 septembre au 4 octobre inclus.

7° Entre Limoges (dép. 12 h. 03) et Paris-Austerlitz (arr. 18 h. 37) du 13 septembre au 4 octobre inclus.

8° Entre Limoges (dép. 23 h. 07) et Paris-Quai d'Orsay (arr. 5 h. 29) jusqu'au 11 octobre incius (nuit du 11 au 12).

9° Entre Rodez (dép. 15 h. 45) et Paris-Austerlitz (arr. 4 h. 50) du 19 septembre (nuit du 19 au 20) au 3 octobre inclus (nuit du 3 ou 4).

10° Entre Aurillac (dép. 17 h. 39), Neussargues (dép. 17 h. 35) et Paris-Austerlitz (arr. 4 h. 50) du 19 septembre (nuit du 19 au 20) au 3 octobre inclus (nuit du 3 au 4).

11° Entre le Mont-Dore (dép. 9 h. 37) et Paris-Quai d'Orsay (arr. 18 h. 17) jusqu'au 3 septembre inclus.

12° Entre Montluçon (dép. 13 h. 13) et Paris-Quai d'Orsay (arr. 18 h. 17) jusqu'au 4 octobre inclus.

Ces trains desservent les principales gares du parcours.

Pour plus amples renseignements consulter les affiches placardées dans les gares du réseau d'Orléans.

Pour les amateurs d'affiches illustrees

L'Administration des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine vient d'éditer et de mettre en vente quatre nouvelles affiches illustrées :

Sports d'hiver dans les Vosges (la vallée de Munster et le Hohneck), par Broders ; la vallée de Munster, par Blumer ; Niederbronn-les-Bains, par Blumer.

Elle rappelle, à cette occasion, qu'elle dispose encore d'un certain nombre d'exemplaires des affiches suivantes :

Le château du Haut-Koenigsbourg, par Commarmond ; le Lac de la Lauch et le Ballon de Guebwiller, par Broders ; Bitche, par Lacaze ; la Lorraine pittoresque : Aqueduc romain de Jouy-aux-Arches, par Commarmond ; la Lorraine pittoresque : Rocher de Dabo, Chapelle Saint-Léon, par Perronet ; Luxembourg, Vieux quartier de Grund, par Hallo ; Mont Sainte-Odile, par Blumer ; Oderen, par Grainer ; Thann, par Hallo ; Vieux Metz, par Marks; la Lorraine pittoresque : Sierck, par Galan ; Kaysersberg, par Hallo.

Le prix de ces affiches est de 5 francs l'exemplaire ou de 4 fr. 50 pour une commande minimum de quatre exemplaires.

L'expédition en est faite franco sous enveloppe contre l'envoi, au préalable, de leur valeur au compte Chèque postal (A. L. Paris N° 27.988).

Four les recevoir sous rouleau de carton, joindre le prix d'un colis postal (4 fr. 30 en gare, 5 fr. 75 à domicile).

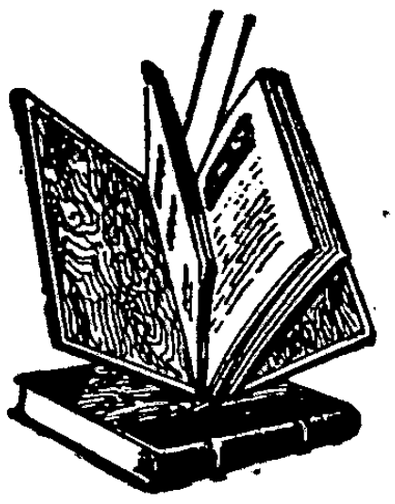
Ecrire ou s'adresser aux Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, 5, rue de Florence, Paris (8e). Agence Saint-Augustin, 2, avenue Portalis (8e).

N. B. — Aucun envoi n'est fait contre remboursement.

SELFIOR

Reliure instantanée pour un an de nos éditions :

Revue Bleue
Revue Scientifique
France Nouvelle

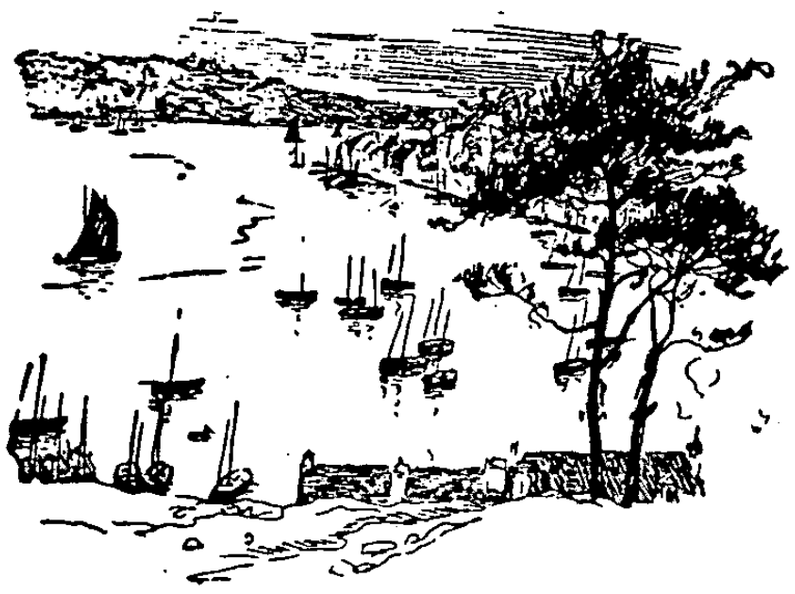


L'Administration se fera un plaisir d'adresser à tous ceux de ses nombreux lecteurs qui lui en feront la demande, contre la somme de 10 fr et 2 fr de port, un SELFIOR, reliure automatique permettant de relier soi-même soit en fin d'année soit en cours d'abonnement une collection annuelle de nos revues.

Pour l'Etranger le prix du port est de : Frs 4.50

SELF-RELIURE : Reliure extensible pour livres brochés

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS



AUDIERNE. -- La Ville et le Port.

La Côte Sud de Bretagne

Sur la côte Sud de Bretagne où l'on accède par Nantes, on peut villégiaturer sur les plages de Pornichet, de la Baule, du Pouliguen, du Croisic, de Batz (proches de Saint-Nazaire, point de départ de paquebots pour l'Amérique Centrale), de Quiberon, Concarneau, Beg-Meil, Douarnenez, Audierne, Bénodet près Quimper, Morgat, etc...

On peut faire en Bretagne de charmantes traversées, par exemple de Quiberon à Belle-Ile, de Lorient à Groix, de Quimper aux Iles Glénans, etc...

En été, circuits automobiles.

Pour tous renseignements, consulter le Livret-Guide officiel de la Compagnie d'Orléans

PROPAGANDE DU RESEAU DE L'ETAT EN FAVEUR DU TRAITEMENT DES ARBRES FRUITIERS

Il est importé chaque année en France de grosses quantités de fruits des Etats-Unis, du Canada, de l'Afrique du Sud et de l'Australie. Ces fruits s'imposent sur le marché français parce qu'ils sont sains et bien présentés. Nos fruits, au contraire, sont trop souvent véreux et tavelés. Or, il est facile d'apporter un remède à cette situation en traitant les arbres fruitiers afin de les préserver des maladies cryptogamiques et des insectes.

C'est cette progagande d'intérêt général que les Chemins de fer de l'Etat ont entreprise. En collaboration avec les Etablissements Vermorel et Perras, qui ont fourni les pulvérisateurs, et les Sociétés du Gaz de Paris, E. C. F. M. et Métallurgique de Normandie, qui ont donné les produits insecticides, des démonstrations de traitement des pommiers ont été exécutées par leurs soins, d'abord en janvier 1930, dans la Sarthe, ensuite en janvier et février 1931, dans la Sarthe et l'Ille-et-Vilaine. Plus de 20.000 pommiers ont ainsi été traités par le Réseau de l'Etat, avec l'appui des Services agricoles et de l'Office agricole de ces départements, qui ont tenu à leur apporter en la circonstance tout leur concours.

Une prochaine campagne de propagande est, du reste, en préparation pour l'hiver 1932. Elle aura lieu vraisemblablement dans l'Orne et le Calvados.

Les chemins de fer de l'Etat ont, en outre, fait éditer une plaquette intitulée : Le traitement des pommiers contre leurs parasites », qu'ils distribuent gratuitement à tous les usagers de leur Réseau que la question intéresse.

AUTO-CARS DE LA COMPAGNIE DU MIDI
(de juin à octobre)

I. — La route des Pyrénées : Biarritz, Cerbère et inversement; Biarritz-Carcassonne et inversement.

II. — Régions du Massif Central, des Causses, des Gorges du Tarn et des Cévennes:

Font-Romeu (Pyrénées-Orientales), le grand hôtel et du Golf.

Superbagnères - Luchon (Haute-Garonne) :

L'hôtel de Superbagnères, relié à Luchon par un chemin de fer électrique à crémaillère.

Sur la côte basque : Hendaye-Plage, hôtel Eskualduna.

Renseignements pour les Services d'Auto-Cars : Agence de la Compagnie du Midi, 16, boulevard des Capucines, Paris (9e). Maison du Tourisme, 101, avenue des Champs-Elysées, Paris (8e). Toutes les grandes Agences de voyages.

NOUS rappelons à nos abonnés qu'il nous est impossible de tenir compte des demandes de changement d'adresse non accompagnées de 1 franc en timbres postes.

LA FRANCE NOUVELLE

Revue de la Vie économique Française

Directeur : Paul GAULTIER

La **France Nouvelle** met ses lecteurs au courant de la Vie économique, agricole, industrielle, commerciale, financière et sociale de la France.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS :

Jean Aicard, Louis Barthou, Henri Bergson, Emile Boutroux, René Boylesve, *de l'Académie Française*, Albert Besnard, Charles Benoist, Ch. Diehl, E. Le Roy, Imbart de la Tour, Painlevé, Edmond Perrier, Abbé Sertillanges, *de l'Institut*. Professeur Debove, Professeur Vincent, *de l'Académie de Médecine*. J.-P. Belin, *Editeur*. Gustave Belot, *Inspecteur général de l'Instruction publique*. Colonel Bonvalot, Amiral Degouy, Guillet, *Professeur au Conservatoire*. Hébert, *Lieutenant de Vaisseau*. Kula, *Industriel*. G. Bruel, *Administrateur en chef des Colonies*. Abbé Calvet, *Agrégé de l'Université*. Victor Cambon, *Ingénieur*. Jean Chantavoine, Jacques de Coussange, Paul Delombre, *Ancien Ministre du Commerce*. A. Gérard, *Ambassadeur de France*. Ch. Gide, *Professeur à l'Ecole de Droit*. Charles Géniaux, Dr Paul Godin, Haumant, *Professeur à la Faculté des Lettres*. Dr Helme, *Directeur-Adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes*. Georges Hersent, *Ingénieur*. Georges Lecomte, *ancien Président de la Société des Gens de Lettres*. Maurice Legendre, R. Legouez, *Ingénieur, Membre de la Chambre de Commerce de Paris*. E. Lemonon, Emile Moselly, Jean Maître, *Industriel, Conseiller général du Haut-Rhin*. Nicaise, *Administrateur-Délégué de la Cie Lorraine-Diétrich*. L. Noiret, *Industriel à Fourmies*. Emile Paris, *Inspecteur général de l'Enseignement technique*. Robert Pinot, *Secrétaire général du Comité des Forges*. Pralon, *Vice-Président du Comité des Forges*. A. Renucci, Firmin Roz, J.-E. Spenlé, *Professeur à la Faculté des Lettres d'Aix*. Me Henri-Robert, *Ancien Bâtonnier de l'Ordre des Avocats*. Villey, *de l'Institut, Doyen de la Faculté de Droit de Caen*.

La **France Nouvelle** paraît tous les mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT :

France	**25 francs**
Etranger	**30 —**

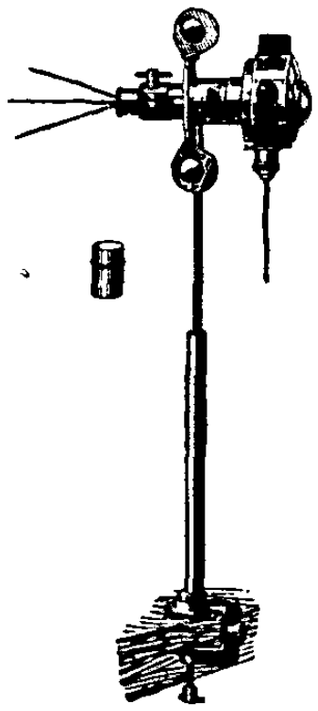
L'abonnement à la **France Nouvelle** *donne droit de faire partie à titre d'adhérent à l'***Union Française,** Association Nationale pour l'expansion morale et matérielle de la France.

286, Boulevard Saint-Germain, PARIS (VII^e^)

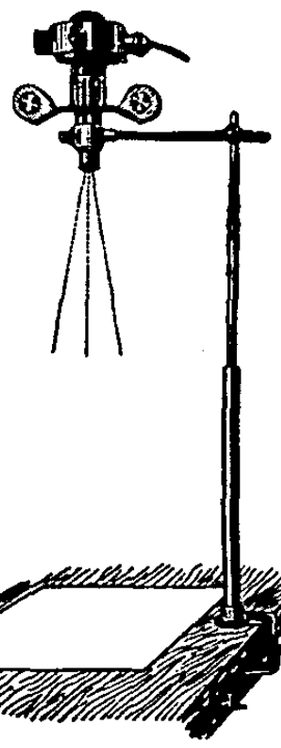
ENVOI D'UN SPECIMEN SUR DEMANDE

LA PHOTOSCOPIE

PHOTOSCOPE
MODÈLE A

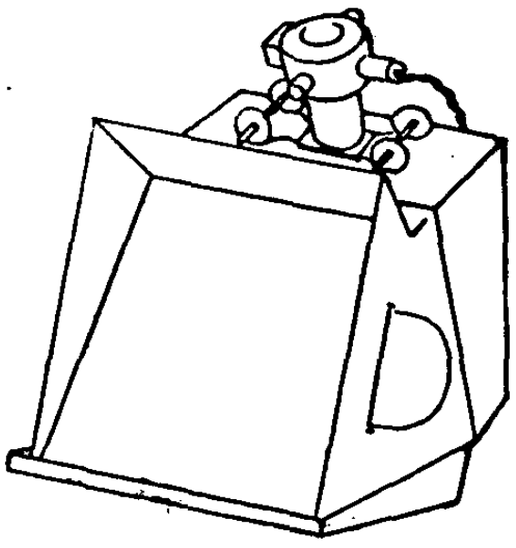


En position horizontale pour Conférence



En projection verticale pour la lecture individuelle.

PHOTOSCOPE DE LECTURE



L'A Photoscopie est un procédé qui enregistre photographiquement sur film, les documents de toute nature : photos, dessins, textes imprimés ou manuscrits, modèles, etc., etc.... Elle en assure ainsi la reproduction, la conservation et le classement d'une façon pratique et économique.

Le film photoscopique est du format ciné standard (18 × 24). Les documents enregistrés sous cette forme peuvent être reproduits à l'infini et restitués en un format quelconque, par projection ou par agrandissement sur papier.

La Photoscopie a créé, pour la lecture et la projection fixe des films, un matériel parfaitement étudié, répondant aux besoins du Conférencier du Professeur, de l'Erudit, du Publiciste et de tous ceux qui, à un titre quelconque, doivent avoir recours à une iconographie abondante et variée.

LES PHOTOSCOPES

Les Photoscopes, dont nous donnons ici les figures ci-contre, sont des appareils de prix modérés, d'un emploi simple et sûr. Très réduits, ils sont néanmoins d'une grande puissance lumineuse. Ils permettent la projection fixe du film sur écran pour un public nombreux, ou sur table pour la lecture individuelle. Ils se prêtent particulièrement à l'étude des textes et au relevé rapide de croquis.

LES ÉDITIONS PHOTOSCOPIQUES

Les Editions Photoscopiques forment le fonds documentaire le plus important existant: 1.600 films fiixes actuellement parus réunissent plus de 75.000 vues englobant tous les sujets : Sciences, Industries, Arts, Archéologie, Voyages, etc...

Des séries ont été spécialement établies pour l'Enseignement à tous les degrés :

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE, SECONDAIRE, SUPÉRIEUR.
ENSEIGNEMENT TECHNIQUE.

Ces films établis conformément aux Programmes Universitaires sont pour les Professeurs un puissant auxiliaire, d'une valeur pédagogique incontestable.

En dehors de ses Editions courantes, la Photoscopie édite, pour ses clients, des films répondant à leurs besoins particuliers. Elle reproduit également sur papier à un nombre quelconque d'exemplaires et à des prix exceptionnellement avantageux, tous documents industriels, commerciaux, artistiques. Ces reproductions sont en positif, c'est-à-dire noire sur blanc (Documentations, recherches scientifiques,. etc.).

RENSEIGNEMENTS ET CATALOGUES FRANCO

Des conditions spéciales sont réservées à nos Lecteurs.

ADRESSER TOUTES DEMANDES A LA REVUE SCIENTIFIQUE

CHEMINS DE FER D'ALSACE ET DE LORRAINE, DE L'EST, DE L'ETAT, DU MIDI, DU NORD, D'ORLEANS ET DE PARIS A LYON ET A LA MEDITERRANEE.

Transport des colis express

Pour répondre à l'intérêt qu'attache le public à l'acheminement rapide de certains envois urgents, les Grands Réseaux vont mettre en vigueur, le 4 octobre prochain, un nouveau tarif G. V. n° 10/100, *Colis Express* permettant l'expédition des colis dans des conditions de vitesse analogues à celles qui seraient obtenues si ces colis suivaient au titre de bagages un voyageur effectuant le même trajet.

Ce mode de transport offrira en raison de sa commodité et de sa rapidité des avantages qui ne doivent pas manquer d'être appréciés du Public et particulièrement des commerçants et industriels.

Les colis express pourront être expédiés d'une gare quelconque des Réseaux d'Alsace et de Lorraine, de l'Est, de l'Etat, du Midi, du Nord, d'Orléans et de P.L.M. ouverte au Service des bagages à une gare quelconque des mêmes réseaux, ouverte à ce service.

Ils seront, en principe, acceptés à l'expédition et livrés au public aux mêmes emplacements que les bagages : toutefois, dans certaines gares, des guichets et emplacements spéciaux pourront être réservés aux « Colis express ». Dans tous les cas, les endroits où s'effectueront les opérations relatives aux colis express seront désignés au public au moyen d'écriteaux.

Les colis express devront être remis à l'expédition 30 minutes au moins avant l'heure de départ du train qui devra les emporter.

Sauf instructions contraires de l'expéditeur, les colis expédiés à destination d'une localité desservie par un service de factage seront livrés à domicile dans les 10 heures qui suivront l'heure réglementaire d'arrivée du train qui aura amené les colis à destination (période de 20 heures à 6 heures non comprise).

Dans certaines localités importantes (préfectures, villes d'eaux, centres industriels, etc...), l'expéditeur pourra demander la livraison par express. Cette livraison sera effectuée dans un délai de 2 heures à 6 heures non comprise).

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS

AUDIERNE. -- La Ville et le Port

La Côte Sud de Bretagne

Sur la côte Sud de Bretagne où l'on accède par Nantes, on peut villégiaturer sur les plages de Pornichet, de la Baule, du Pouliguen, du Croisic, de Batz (proches de Saint-Nazaire, point de départ de paquebots pour l'Amérique Centrale), de Quiberon, Concarneau, Beg-Meil, Douarnenez, Audierne, Bénodet près Quimper, Morgat, etc...

On peut faire en Bretagne de charmantes traversées, par exemple de Quiberon à Belle-Ile, de Lorient à Groix, de Quimper aux Iles Glénans, etc...

En été, circuits automobiles.

Pour tous renseignements, consulter le Livret-Guide officiel de la Compagnie d'Orléans

Relations rapides Paris-Quai d'Orsay-Alger, par Port-Vendres.
Transbordement direct du train au paquebot.

Départs de Paris-Quai d'Orsay les dimanches et jeudis soir à 17 h. 18 par train-paquebot rapide (toutes classes, couchettes de 1re classe et wagon-restaurant).

Arrivées le lendemain matin sur le Quai Maritime de Port-Vendres. Transbordement direct dans le rapide et confortable paquebot « El Goléa », qui part sans délai pour atteindre Alger les mardis et samedis matin à 8 h.

C'est non seulement la voie la plus courte et la plus rapide, mais celle qui traverse les eaux les mieux abritées ; c'est la seule avec passage immédiat des voyageurs et de leurs bagages du train au paquebot,, sur le quai même d'embarquement.

Eau de régime des ARTHRITIQUES

VICHY CÉLESTINS

en bouteilles, demies et quarts

Reg. du Com. Paris 30.051

BILLETS DE FIN DE SEMAINE

Pour vos déplacements du dimanche, utilisez les billets de fin de semaine (aller et retour avec 40 o/o de réduction) délivrés pour les stations thermales et balnéaires du Réseau de l'Etat, du jeudi précédant les Rameaux au dernier dimanche d'Octobre.

Ces billets sont valables du samedi matin au lundi minuit, pour les trajets ne dépassant pas 600 km, et du vendredi matin au lundi minuit pour les trajets aller et retour supérieurs à 600 km.

Pendant toute l'année, il est en outre délivré des billets de fin de semaine, pour certaines relations, aux voyageurs titulaires de billets anglais dits de « week end » valables de ou pour l'Angleterre .

Pour tous renseignements, s'adresser aux gares du Réseau de l'Etat

Nouvelle relation rapide entre Paris, Le Languedoc et l'Espagne.

Depuis le 1er juillet, le rapide n° 11 (1re et 2e classes, salon Pullman de 1re classe, wagon-restaurant) en correspondance à Avignon avec l'express 1513 sur Nîmes, est relié par son intermédiaire, à cette dernière gare, avec le rapide de toutes classes 1519 (Marseille-Bordeaux) comportant des voitures directes pour Port Bou (frontière espagnole). On a établi ainsi une relation très rapide entre Paris, le Languedoc et l'Espagne via Port-Bou.

Départ de Paris P.-L.-M. 11 h., Lyon-Perrache 17 h. 57, Avignon 21 h. 27, et Nîmes 22 h. 25.

Arrivée à Montpellier 23 h. 11, Sète 23 h. 49, Béziers 0 h. 43, Narbonne 1 h. 09, Barcelone 7 h 53

LA ROCHE-POSAY (Vienne).

Cette station thermale, aux eaux éminemment radio-actives, est particulièrement indiquée pour le traitement des diverses manifestations de l'arthritisme, et surtout de l'eczéma et de l'arthritisme des jointures, des reins et du foie (Saison du 15 mai au 1er octobre).

Elle possède un établissement thermal entièrement neuf, un casino et des hôtels modernes, des villas et des logements meublés répondant à tous les besoins des visiteurs.

Joliment située sur les bords de la Creuse, à proximité des pittoresques vallées de la Gartempe, de l'Anglin, de la Claise et de nombreuses curiosités archéologiques (ruines d'Angles-sur-l'Anglin, abbaye de Fontgombault...), offre des excursions faciles, à la fois nombreuses et charmantes. Elle est enfin un lieu de pêche réputé.

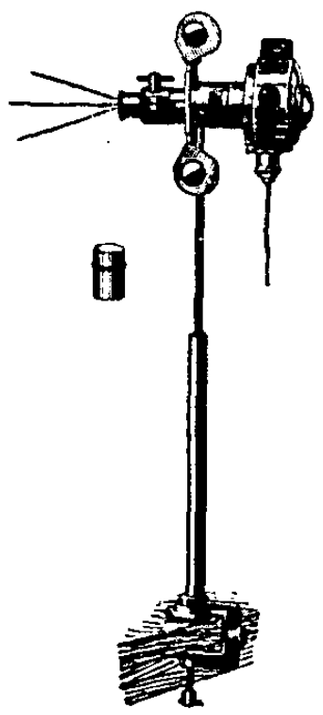
La Roche-Posay est desservie par une station de la ligne reliant Châtellerault à Tournon-Saint-Martin et au Blanc, embranchement à Châtellerault de la grande ligne d'express Bordeaux-Paris.

Départ de Paris à 23 h. 52, 8 h. 8 ou 12 h. pour arriver à La Roche-Posay respectivement à 7 h. 27, 13 h. 52, et 17 h. 58. Départs de La Roche-Posay à 11 h. 44 ou 15 h. 59 ; arrivée à Paris à 17 h. 26 ou 21 h. 37.

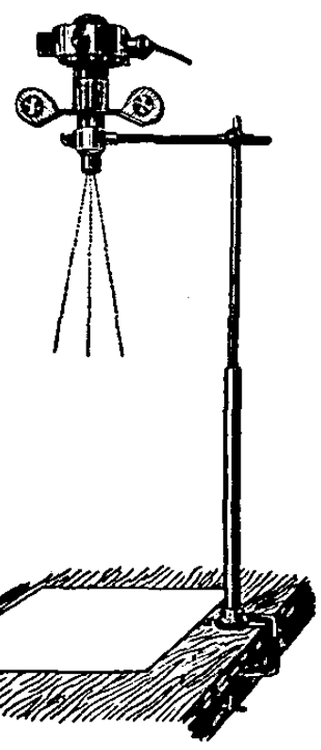
La station est inscrite à la Nomenclature des gares bénéficiant des dispositions du tarif V. 6/106. — Titre II (billets de stations thermales et climatiques d'avant et d'arrière saison).

LA PHOTOSCOPIE

PHOTOSCOPE
MODÈLE A

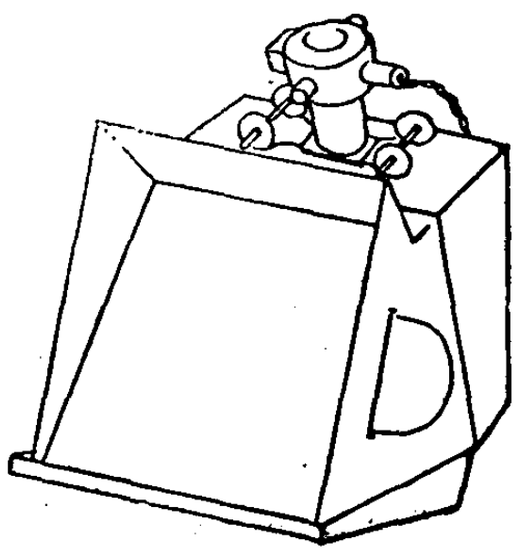


En position horizontale pour Conférence



En projection verticale pour la lecture individuelle.

PHOTOSCOPE DE LECTURE



L'A Photoscopie est un procédé qui enregistre photographiquement sur film, les documents de toute nature : photos, dessins, textes imprimés ou manuscrits, modèles, etc., etc.... Elle en assure ainsi la reproduction, la conservation et le classement d'une façon pratique et économique.

Le film photoscopique est du format ciné standard (18 × 24). Les documents enregistrés sous cette forme peuvent être reproduits à l'infini et restitués en un format quelconque, par projection ou par agrandissement sur papier.

La Photoscopie a créé, pour la lecture et la projection fixe des films, un matériel parfaitement étudié, répondant aux besoins du Conférencier du Professeur, de l'Erudit, du Publiciste et de tous ceux qui, à un titre quelconque, doivent avoir recours à une iconographie abondante et variée.

LES PHOTOSCOPES

Les Photoscopes, dont nous donnons ici les figures ci-contre, sont des appareils de prix modérés, d'un emploi simple et sûr. Très réduits, ils sont néanmoins d'une grande puissance lumineuse. Ils permettent la projection fixe du film sur écran pour un public nombreux, ou sur table pour la lecture individuelle. Ils se prêtent particulièrement à l'étude des textes et au relevé rapide de croquis.

LES ÉDITIONS PHOTOSCOPIQUES

Les Editions Photoscopiques forment le fonds documentaire le plus important existant: 1.600 films fiixes actuellement parus réunissent plus de 75.000 vues englobant tous les sujets : Sciences, Industries, Arts, Archéologie, Voyages, etc...

Des séries ont été spécialement établies pour l'Enseignement à tous les degrés :

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE, SECONDAIRE, SUPÉRIEUR.
ENSEIGNEMENT TECHNIQUE.

Ces films établis conformément aux Programmes Universitaires sont pour les Professeurs un puissant auxiliaire, d'une valeur pédagogique incontestable.

En dehors de ses Editions courantes, la Photoscopie édite, pour ses clients, des films répondant à leurs besoins particuliers. Elle reproduit également sur papier à un nombre quelconque d'exemplaires et à des prix exceptionnellement avantageux, tous documents industriels, commerciaux, artistiques. Ces reproductions sont en positif, c'est-à-dire noire sur blanc (Documentations, recherches scientifiques, etc.).

RENSEIGNEMENTS ET CATALOGUES FRANCO

Des conditions spéciales sont réservées à nos Lecteurs.

ADRESSER TOUTES DEMANDES A LA REVUE SCIENTIFIQUE

CREDIT FONCIER DE FRANCE

Emprunt Communal 1931-1932 (2e tranche).

L'émission actuelle porte sur 1.500.000 obligations 4 o/o à lots destinée au remboursement des Emprunts 6 o/o 1922 et 6 o/o 1923.

Chaque obligation d'une valeur de 1.000 fr. produira un intérêt annuel de 40 fr. exonéré de l'impôt cédulaire sur le revenu des capitaux mobiliers, payable par moitié les 1er janvier et 1er juillet.

Les deux tranches de l'emprunt comportant des tirages de lots de même importance, il en résulte que pour l'ensemble, 400 obligations seront remboursées annuellement par 8.880.000 fr. dont 4 lots de UN MILLION, 4 lots de 500.000 fr. et 4 lots de 100.000 fr.

LOTS NETS D'IMPOTS

Tirages des 22 février et 22 août.

Un lot de	UN MILLION
Un lot de	100.000 fr.
Deux lots de	20.000 fr.
Trente lots de	5.000 fr.

Tirages des 22 mai et 22 novembre.

Un lot de	500.000 fr.
Un lot de	50.000 fr.
Quatre lots de	20.000 fr.
Soixante lots de	5.000 fr.

Prix d'émission : 985 francs.

Les obligations des emprunts 6 o/o 1922 et 6 o/o 1923 seront acceptées, — mais sans droit préférentiel, — en paiement des nouvelles obligations. Compte tenu de la prime de 10 fr. par titre, les obligations ainsi échangées seront reprises à raison de : 511 fr. 80 pour les obligations 6 o/o 1922 au porteur, 512 fr. 05 pour les obligations nominatives; 509 fr. 65 pour les obligations 6 o/o 1923 au porteur, 509 fr. 90 pour les obligations nominatives.

Les souscriptions sont reçues dès maintenant au « Crédit Foncier de France » à Paris, 19, rue des Capucines, chez les Agents de Change, dans les Banques et Etablissements de Crédit.

CHEMINS DE FER D'ALSACE ET DE LORRAINE, DE L'EST, DE L'ETAT, DU MIDI, DU NORD, D'ORLEANS ET DE PARIS A LYON ET A LA MEDITERRANEE.

Transport des colis express

Pour répondre à l'intérêt qu'attache le public à l'acheminement rapide de certains envois urgents, les Grands Réseaux vont mettre en vigueur, le 4 octobre prochain, un nouveau tarif G. V. n° 10/100, *Colis Express* permettant l'expédition des colis dans des conditions de vitesse analogues à celles qui seraient obtenues si ces colis suivaient au titre de bagages un voyageur effectuant le même trajet.

Ce mode de transport offrira en raison de sa commodité et de sa rapidité des avantages qui ne doivent pas manquer d'être appréciés du Public et particulièrement des commerçants et industriels.

Les colis express pourront être expédiés d'une gare quelconque des Réseaux d'Alsace et de Lorraine, de l'Est, de l'Etat, du Midi, du Nord, d'Orléans et de P.L.M. ouverte au Service des bagages à une gare quelconque des mêmes réseaux, ouverte à ce service.

Ils seront, en principe, acceptés à l'expédition et livrés au public aux mêmes emplacements que les bagages : toutefois, dans certaines gares, des guichets et emplacements spéciaux pourront être réservés aux « Colis express ». Dans tous les cas, les endroits où s'effectueront les opérations relatives aux colis express seront désignés au public au moyen d'écriteaux.

Les colis express devront être remis à l'expédition 30 minutes au moins avant l'heure de départ du train qui devra les emporter.

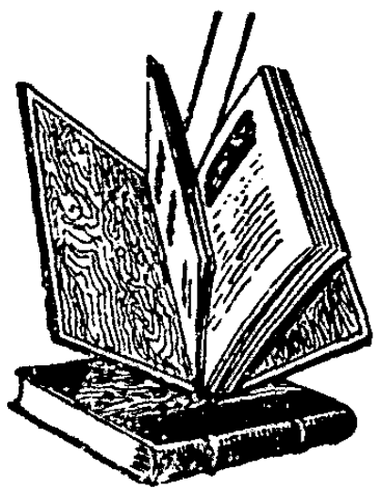
Sauf instructions contraires de l'expéditeur, les colis expédiés à destination d'une localité desservie par un service de factage seront livrés à domicile dans les 10 heures qui suivront l'heure réglementaire d'arrivée du train qui aura amené les colis à destination (période de 20 heures à 6 heures non comprise).

Dans certaines localités importantes (préfectures, villes d'eaux, centres industriels, etc...), l'expéditeur pourra demander la livraison par express. Cette livraison sera effectuée dans un délai de 2 heures à 6 heures non comprise).

SELFIOR

Reliure instantanée pour un an de nos éditions :

Revue Bleue
Revue Scientifique
France Nouvelle



L'Administration se fera un plaisir d'adresser à tous ceux de ses nombreux lecteurs qui lui en feront la demande, contre la somme de **10** fr. et **2** fr. de port, un SELFIOR, reliure automatique permettant de relier soi-même, soit en fin d'année, soit en cours d'abonnement, une collection annuelle de nos revues. (Pour l'étranger le prix du port est de **4** fr **50**.)

« Self-Reliure » **Reliure extensible pour livres brochés**

Éditeurs : FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne - DAVID NUTT, Londres - AKAD. VERLAGSGESELLSCHAFT, Leipzig - R. E. STECHERT & Co., New-York - RUIZ HERMANOS, Madrid - FERNANDO MACHADO & Cia, Porto - THE MARUZEN Company, Tokyo.

" SCIENTIA "

Revue Internationale de Synthèse scientifique

Paraissant mensuellement en fascicules de 100 à 120 pages chacun

Ex-Directeur : EUGENIO RIGNANO

Directeurs : **F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES**

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale.

EST L'UNIQUE REVUE à diffusion absolument mondiale.

EST L'UNIQUE REVUE de synthese et d'unification du savoir qui traite les questions fondamentales de toutes les sciences : histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie et sociologie.

EST L'UNIQUE REVUE qui, par des enquêtes conduites auprès des plus éminents savants et écrivains de tous les pays (*Sur les principes philosophiques des diverses sciences ; Sur les questions d'astronomie et de physique les plus fondamentales qui se trouvent à l'ordre du jour ; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir ; Sur les plus importantes questions de biologie ; Sur les grandes questions économiques et sociologiques internationales*), étudie tous les problèmes essentiels qui agitent les milieux intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier essai d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique.

EST L'UNIQUE REVUE qui puisse se vanter d'avoir parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs et à chaque fascicule est joint *un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français*. Ainsi la revue est completement accessible même à qui ne connait que la langue française. (*Demandez un numero spécimen gratuit* au Secrétaire Général de « Scientia », Milan, en joignant à la demande, pour remboursement des frais d'envoi, la somme de trois francs en timbres poste français.)

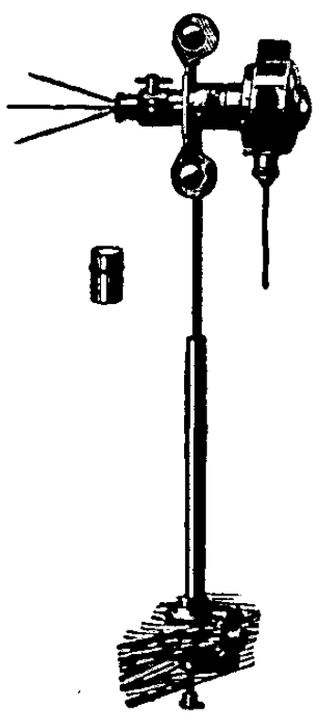
ABONNEMENT : Fr. 200.

BUREAUX DE LA REVUE : Via A. De Togni 12 - Milano (116)

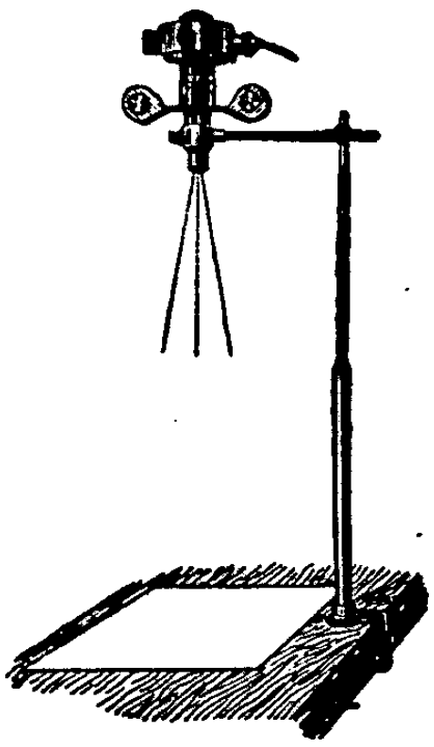
Secrétaire Général : DR PAOLO BONETTI.

LA PHOTOSCOPIE

PHOTOSCOPE
MODÈLE A

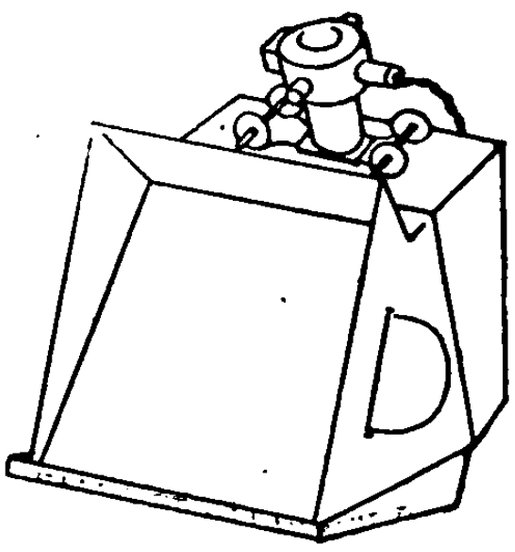


En position horizontale pour Conférence



En projection verticale pour la lecture individuelle.

PHOTOSCOPE DE LECTURE



LA Photoscopie est un procédé qui enregistre photographiquement sur film, les documents de toute nature : photos, dessins, textes imprimés ou manuscrits, modèles, etc., etc.... Elle en assure ainsi la reproduction, la conservation et le classement d'une façon pratique et économique.

Le film photoscopique est du format ciné standard (18 × 24). Les documents enregistrés sous cette forme peuvent être reproduits à l'infini et restitués en un format quelconque, par projection ou par agrandissement sur papier.

La Photoscopie a créé, pour la lecture et la projection fixe des films, un matériel parfaitement étudié, répondant aux besoins du Conférencier du Professeur, de l'Erudit, du Publiciste et de tous ceux qui, à un titre quelconque, doivent avoir recours à une iconographie abondante et variée.

LES PHOTOSCOPES

Les Photoscopes, dont nous donnons ici les figures ci-contre, sont des appareils de prix modérés, d'un emploi simple et sûr. Très réduits, ils sont néanmoins d'une grande puissance lumineuse. Ils permettent la projection fixe du film sur écran pour un public nombreux, ou sur table pour la lecture individuelle. Ils se prêtent particulièrement à l'étude des textes et au relevé rapide de croquis.

LES ÉDITIONS PHOTOSCOPIQUES

Les Editions Photoscopiques forment le fonds documentaire le plus important existant : 1.600 films fixes actuellement parus réunissent plus de 75.000 vues englobant tous les sujets : Sciences, Industries, Arts, Archéologie, Voyages, etc...

Des séries ont été spécialement établies pour l'Enseignement à tous les degrés :

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE, SECONDAIRE, SUPÉRIEUR.
ENSEIGNEMENT TECHNIQUE.

Ces films établis conformément aux Programmes Universitaires sont pour les Professeurs un puissant auxiliaire, d'une valeur pédagogique incontestable.

En dehors de ses Editions courantes, la Photoscopie édite, pour ses clients, des films répondant à leurs besoins particuliers. Elle reproduit également sur papier à un nombre quelconque d'exemplaires et à des prix exceptionnellement avantageux, tous documents industriels, commerciaux, artistiques. Ces reproductions sont en positif, c'est-à-dire noire sur blanc (Documentations, recherches scientifiques, etc.).

RENSEIGNEMENTS ET CATALOGUES FRANCO

Des conditions spéciales sont réservées à nos Lecteurs.

ADRESSER TOUTES DEMANDES A LA REVUE SCIENTIFIQUE

Éditeurs : FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne
DAVID NUTT, Londres - AKAD, VERLAGSGESELLSCHAFT, Leipzig
R. E. STECHERT & Co., New-York - RUIZ HERMANOS, Madrid
FERNANDO MACHADO & Cia, Porto - THE MARUZEN Company, Tokyo

" SCIENTIA "

Revue Internationale de Synthèse scientifique

Paraissant mensuellement en fascicules de 100 à 120 pages chacun

Ex-Directeur : EUGENIO RIGNANO

Directeurs : **F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES**

EST L'UNIQUE REVUE a collaboration vraiment internationale.

EST L'UNIQUE REVUE à diffusion absolument mondiale.

EST L'UNIQUE REVUE de synthese et d'unification du savoir qui traite les questions fondamentales de toutes les sciences : histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie et sociologie.

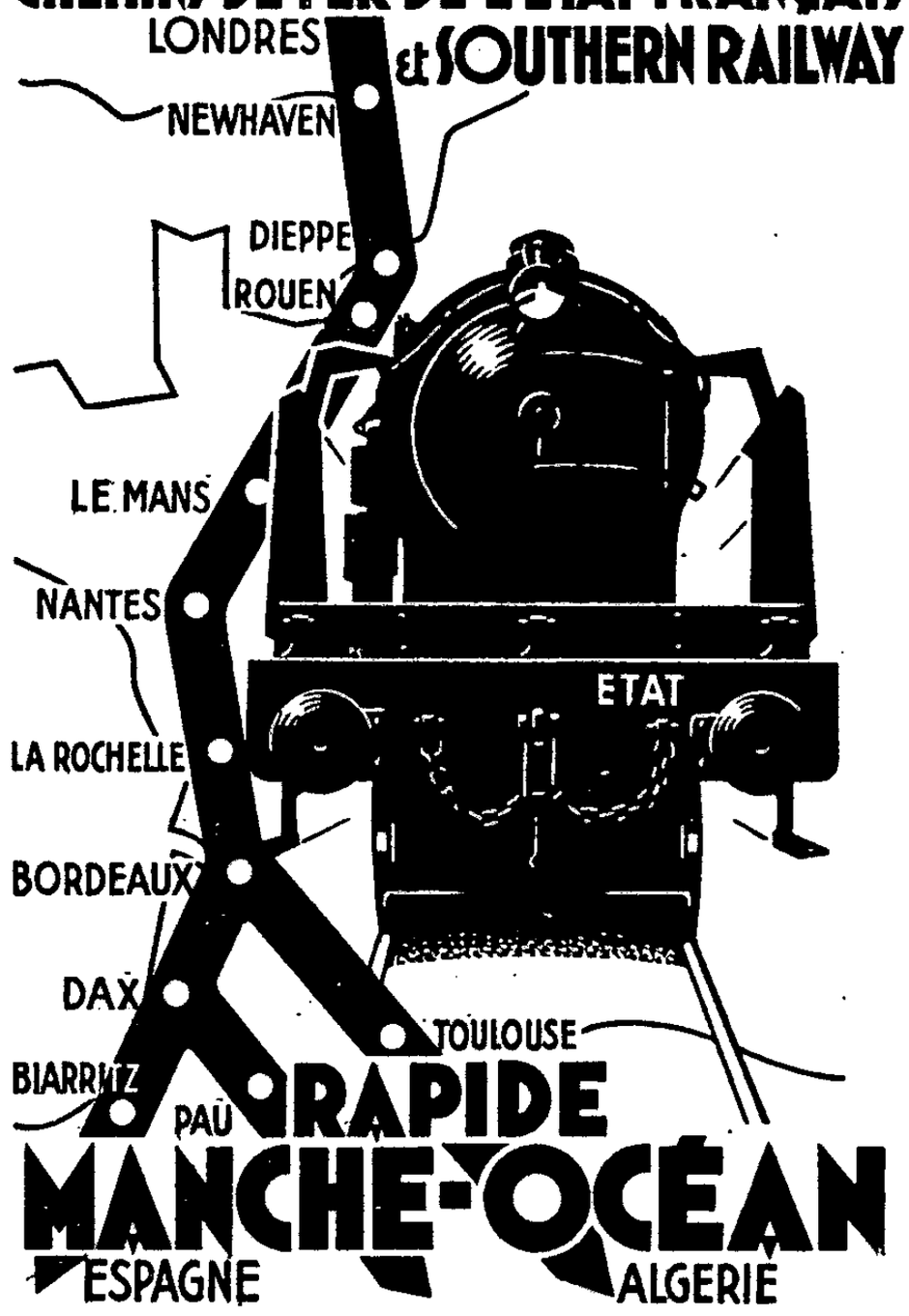
EST L'UNIQUE REVUE qui, par des enquêtes conduites auprès des plus éminents savants et écrivains de tous les pays (*Sur les principes philosophiques des diverses sciences ; Sur les questions d'astronomie et de physique les plus fondamentales qui se trouvent à l'ordre du jour ; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au developpement des diverses branches du savoir ; Sur les plus importantes questions de biologie ; Sur les grandes questions économiques et sociologiques internationales*), étudie tous les problèmes essentiels qui agitent les milieux intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier essai d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique.

EST L'UNIQUE REVUE qui puisse se vanter d'avoir parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs et à chaque fascicule est joint *un supplement contenant la traduction française de tous les articles non français*. Ainsi la revue est completement accessible même à qui ne connait que la langue française. (*Demandez un numero specimen gratuit* au Secrétaire Général de « Scientia », Milan, en joignant à la demande, pour remboursement des frais d'envoi, la somme de trois francs en timbres poste français.)

ABONNEMENT : Fr. 200.

BUREAUX DE LA REVUE : Via A. De Togni 12 - Milano (116)
Secretaire Général : Dr PAOLO BONETTI.



Gouvernement Général de l'Algérie

Emprunt 4 o/o 1931

Placement de 810.000 Obligations de 1.000 fr.

(Décret du 16 novembre 1931)

Le capital et les intérêts de ces obligations seront payables nets d'impôts présents et futurs.

Echéance des intérêts : 1er janvier et 1er juillet de chaque année.

Amortissement : en 30 ans, soit au pair, par tirages au sort semestriels les 5 mai et 5 novembre, soit par rachats en Bourse au-dessous du pair, compte tenu de la portion de coupon courue et à concurrence de l'emploi total de l'annuité prévue pour le service de l'emprunt.

Le gouvernement général se réserve le droit de procéder, à partir du 1er janvier 1935, au remboursement anticipé de la totalité ou d'une partie des obligations non encore amorties à cette époque.

Prix : 960 fr. par obligation de 1.000 fr. créée jouissance du 1er janvier 1932.

Les demandes sont servies au fur et à mesure de leur arrivée jusqu'à concurrence du nombre de titres disponibles à chacun des guichets désignés pour le placement.

la nuit...

vous serez mieux en couchettes !

N'oubliez pas, si vous voyagez de nuit sur le Réseau de l'Etat, que de nombreux trains comportent des voitures couchettes de toutes classes.

Voilà bien le confort à portée de tous puisque, pour les plus longs parcours, vous n'avez à acquitter qu'un supplément de :

En hiver : 33 fr. 80 en 1re classe ; 27 fr. 05 en 2e classe ; 22 fr. 55 en 3e classe.

En été : 4 fr. 80 en 1re classe ; 36 fr 05 2e classe ; 31 fr. 55 en 3e classe.

En outre, si vous revenez d'Angleterre par le service de nuit Newhaven-Dieppe, vous avez la faculté de rester dans votre couchette jusqu'à 7 h. 30 bien que votre train entre en gare de Paris-Saint-Lazare à 5 h. 23.

NOUS rappelons à nos abonnés qu'il nous est impossible de tenir compte des demandes de changement d'adresse non accompagnées de 1 franc en timbres postes.

POUR ALLER EN ANGLETERRE

PARIS-SAINT-LAZARE A LONDRES
par les plus luxueux paquebots de la Manche.

Le jour, le service rapide le plus agréable et le plus économique est celui de Dieppe-Newhaven.

La nuit vous avez le choix entre : Le Havre-Southampton, service le plus confortable ou Dieppe-Newhaven service économique le plus rapide.

6 services chaque jour

Se renseigner à la gare de Paris-Saint-Lazare, au Bureau du Southern Railway, 2, Place de la Madeleine (8e), et aux principales Agences de Paris.

Tous renseignements désirables vous seront donnés dans les gares du Réseau de l'Etat.

Les Croisières en Méditerranée baissent de prix

La baisse actuelle de la livre ayant entraîné une diminution momentanée des frais de toutes sortes tant en Egypte qu'en Palestine, les Messageries Maritimes sont heureuses d'informer leur clientèle qu'elles ont décidé de réduire de 20 o/o les prix de leur croisière de décembre 1931 (départ de Marseille le 5 décembre). Elles rappellent que cette croisière de 38 jours autour de la Méditerranée porte à son programme la Nuit de Noël à Bethléem, le Jour de l'An à Louqsor et la remontée du Nil en bateau de Louqsor à Assouan.

CHEMINS DE FER D'ALSACE ET DE LORRAINE, DE L'EST, DE L'ETAT, DU MIDI, DU NORD, D'ORLEANS ET DE PARIS A LYON ET A LA MEDITERRANEE.

Transport des colis express

Pour répondre à l'intérêt qu'attache le public à l'acheminement rapide de certains envois urgents, les Grands Réseaux vont mettre en vigueur, le 4 octobre prochain, un nouveau tarif G. V. n° 10/100, *Colis Express* permettant l'expédition des colis dans des conditions de vitesse analogues à celles qui seraient obtenues si ces colis suivaient au titre de bagages un voyageur effectuant le même trajet.

Ce mode de transport offrira en raison de sa commodité et de sa rapidité des avantages qui ne doivent pas manquer d'être appréciés du Public et particulièrement des commerçants et industriels.

Les colis express pourront être expédiés d'une gare quelconque des Réseaux d'Alsace et de Lorraine, de l'Est, de l'Etat, du Midi, du Nord, d'Orléans et de P.L.M. ouverte au Service des bagages à une gare quelconque des mêmes réseaux, ouverte à ce service.

Ils seront, en principe, acceptés à l'expédition et livrés au public aux mêmes emplacements que les bagages : toutefois, dans certaines gares, des guichets et emplacements spéciaux pourront être réservés aux « Colis express ». Dans tous les cas, les endroits où s'effectueront les opérations relatives aux colis express seront désignés au public au moyen d'écriteaux.

Les colis express devront être remis à l'expédition 30 minutes au moins avant l'heure de départ du train qui devra les emporter.

Sauf instructions contraires de l'expéditeur, les colis expédiés à destination d'une localité desservie par un service de factage seront livrés à domicile dans les 10 heures qui suivront l'heure réglementaire d'arrivée du train qui aura amené les colis à destination (période de 20 heures à 6 heures non comprise).

Dans certaines localités importantes (préfectures, villes d'eaux, centres industriels, etc...), l'expéditeur pourra demander la livraison par express. Cette livraison sera effectuée dans un délai de 2 heures à 6 heures non comprise).

CHEMINS DE FER D'ALSACE ET DE LORRAINE, DE L'EST, DE L'ETAT, DU MIDI, DU NORD, D'ORLEANS ET DU P. L. M.

Trains spéciaux et trains de pèlerinage.

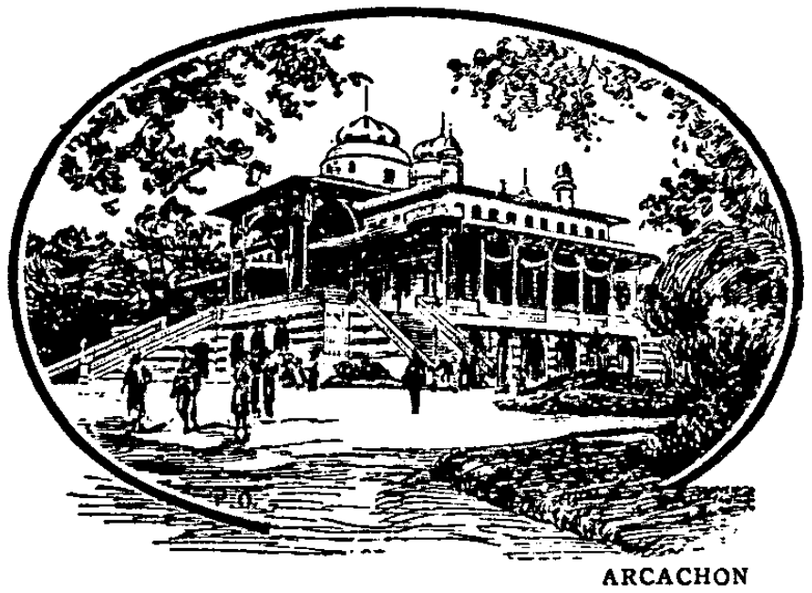
Désirez-vous, pour assurer le déplacement d'une Société, d'un groupement important ou pour toute autre cause disposer d'un train spécial? Il vous suffit d'en faire la demande.

Le train est mis en marche au départ de la gare que vous indiquez, pour le parcours et par l'itinéraire de votre choix.

Votre demande doit, toutefois, être faite 30 jours à l'avance s'il s'agit d'un train de pèlerinage.

Pour obtenir tous renseignements complémentaires, adressez-vous aux bureaux de renseignements, bureaux de ville des grands réseaux de chemins de fer français, aux agences de voyages, etc.

CHEMINS de FER de PARIS à ORLÉANS et du MIDI



ARCACHON

L'Hiver aux Pyrénées et à la Côte d'Argent

PAU, BIARRITZ, ARCACHON, DAX, SALIES-DE-BÉARN, SAINT-JEAN-DE-LUZ, HENDAYE

Chasse (renard, sanglier, palombe). Pêche
Course de taureaux. Golf.

Sports d'Hiver à SUPERBAGNÈRES (Luchon)
(1.800 mètres d'altitude)
Ski, bobsleigh, luge, traîneau, etc.

Train Rapide de Luxe "**Sud-Express**" (voitures Pullman)
Trains Rapides et Express avec Wagons-lits de 1re et 2e classes

Renseignements aux Agences de la Cie d'Orléans, 16, Bd des Capucines et 126, Bd Raspail. A la "Maison de France", 101, Avenue des Champs-Elysées, à **Paris.** — Aux Agences de Voyages. R. C. Seine 88.928

L'AMERIQUE DU SUD VIA BORDEAUX

Les relations avec l'Amérique du Sud via Bordeaux, déjà organisées de manière à donner aux voyageurs le maximum de confort et le minimum de dérangement, vont bénéficier d'une nouvelle amélioration par la mise en service sur les lignes de l'Amérique du Sud du nouveau paquebot de grand luxe **L'Atlantique.**

Ce navire, l'un des plus grands lancés depuis la guerre, déplace 40.000 tonnes. Il a une longueur de 227 mètres et une largeur de 30 mètres. Il est propulsé par des turbines alimentées par des chaudières chauffant au mazout.

Doté des appareils de navigation et instruments de bord les plus modernes, il a reçu un aménagement et une décoration qui en font un palais flottant.

Il peut recevoir 1.280 passagers, qui trouvent à bord des distractions de toute nature. Par son luxe et son confort, l'**Atlantique** sera, plus qu'un moyen de transport, un ambassadeur du goût et du génie français.

Sur présentation d'un billet de passage des Compagnies Sud-Atlantique, et Chargeurs Réunis, conjointement avec un billet de chemin de fer pour Bordeaux, les bagages sont, après visite par la Douane, enregistrés directement à Paris-Quai d'Orsay, pour la destination définitive. Cet enregistrement est fait la veille du jour fixé pour le départ de Bordeaux des paquebots.

Les trains transatlantiques mis en marche spécialement arrivent au quai d'embarquement d'où le transbordement au paquebot se fait directement.

Dans le sens inverse, les bagages à destination de Paris peuvent être enregistrés directement à bord du paquebot avant son arrivée à Bordeaux. La visite de ces bagages par la douane n'a lieu qu'à la gare de Paris-Quai d'Orsay et le transbordement est également direct du paquebot au train.

CHEMINS DE FER D'ALSACE ET DE LORRAINE EST, ETAT (ENSEMBLE DES RESEAUX), MIDI, NORD, P.-O., P.-L.-M. ET CEINTURES DE PARIS

Billets à prix réduits pour émigrants se rendant en Algérie, en Tunisie ou au Maroc.

Il est délivré aux émigrants voyageant en 3e classe, qui se rendent d'une gare quelconque des réseaux d'Alsace et de Lorraine, Est, Etat, Midi, Nord, P.-O. et P.-L.-M. à Bordeaux, Marseille ou Port-Vendres dans l'intention d'émigrer en Tunisie, en Algérie ou au Maroc, des billets 1/2 place pour les adultes, 1/4 de place pour les enfants de 3 à 12 ans.

Pour bénéficier de cette faveur les émigrants doivent pouvoir présenter l'une des pièces suivantes :

a) Acte provisoire de concession ou d'acquisition de terres domaniales en Algérie;

b) Certificat du gouvernement général de l'Algérie attestant qu'ils ont du travail assuré dès leur arrivée dans la colonie :

c) Certificat de la résidence générale de la République française à Tunis ;

d) Certificat de la résidence générale de la République française au Maroc.

Chaque voyageur de plus de 12 ans a droit au transport gratuit de 100 kilos de bagages ; chaque enfant de 3 à 12 ans à la gratuité pour le transport de 50 kilos de bagages.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser aux bureaux de renseignements et bureaux de ville des grands réseaux de chemins de fer français, aux agences de voyages, etc.

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLEANS

HIVER 1931-1932

Relation rapide d'après-midi en fin de semaine.

Paris-La Baule. — Paris-Quai d'Orsay, départ 17 heures ; La Baule (casino), arrivée 0 h. 30.

Train rapide de 1re et 2e classes Paris-Saint-Nazaire (Wagon-restaurant Paris-Saint-Pierre-des-Corps). Autocar Saint-Nazaire-La Baule. Prix du transport par place, 10 francs.

Ce service fonctionne les samedis et veilles de fêtes du 3 octobre 1931 au 26 juin 1932 inclus (sauf les veilles des lundis de Pâques et de Pentecôte).

Il dessert ,sur demande adressée au conducteur, Saint-Marc, Sainte-Marguerite et Pornichet.

Les voyageurs porteurs de billets de chemin de fer ne paient que la différence entre ce prix de 10 francs et ce qu'ils ont payé pour le transport par fer sur le même parcours. Les bagages et chiens accompagnés paient un tarif spécial.

Les grandes gares du réseau d'Orléans délivrent des billets spéciaux pour ce service.

Relations France-Algérie, par Port-Vendres. Trains et paquebots rapides. — Le trajet le plus direct de Paris à Port-Vendres, par Limoges, Toulouse, Carcassonne, Perpignan. Voitures directes de toutes classes avec couchettes en 1re classe.

Départ de Paris-Quai d'Orsay 17 h. 18; arrivée à Port-Vendres-Quai 9 h. 15. Wagon-restaurant de Paris à Chateauroux.

Wagons-lits de Paris à Port-Vendres (ville).

Billets directs et enregistrement direct des bagages de Paris-Quai d'Orsay à Alger ou Oran et vice versa.

La seule voie permettant le transbordement direct du train au paquebot. La traversée la plus courte dans les eaux les mieux abritées (Compagnie de Navigation mixte).

a) **Port-Vendres-Alger.** — Départ de Port-Vendres les lundis et vendredis à 10 h. Arrivée à Alger le lendemain à 8 heures.

b) **Port-Vendres-Oran.** — Départ de Port-Vendres le dimanche à 10 h. ; arrivée à Oran le lendemain à 17 heures.

Pour tous renseignements complémentaires s'adresser notamment : à l'Agence P.-O.-Midi, 16 boulevard Raspail ; à la Maison du Tourisme 53, avenue George V ou au bureau de renseignements boulevard des Capucines ; à l'Agence P.-O., 126 de la gare du Quai d'Orsay, à Paris ; aux principales agences de voyages.

CHEMINS DE FER D'ALSACE ET DE LORRAINE EST, ETAT (ENSEMBLE DES RESEAUX), MIDI, NORD, P.-O., P.-L.-M. ET CEINTURES DE PARIS

Billets à prix réduits pour émigrants se rendant en Algérie, en Tunisie ou au Maroc.

Il est délivré aux émigrants voyageant en 3e classe, qui se rendent d'une gare quelconque des réseaux d'Alsace et de Lorraine, Est, Etat, Midi, Nord, P.-O. et P.-L.-M. à Bordeaux, Marseille ou Port-Vendres dans l'intention d'émigrer en Tunisie, en Algérie ou au Maroc, des billets 1/2 place pour les adultes, 1/4 de place pour les enfants de 3 à 12 ans.

Pour bénéficier de cette faveur les émigrants doivent pouvoir présenter l'une des pièces suivantes :

a) Acte provisoire de concession ou d'acquisition de terres domaniales en Algérie;

b) Certificat du gouvernement général de l'Algérie attestant qu'ils ont du travail assuré dès leur arrivée dans la colonie :

c) Certificat de la résidence générale de la République française à Tunis ;

d) Certificat de la résidence générale de la République française au Maroc.

Chaque voyageur de plus de 12 ans a droit au transport gratuit de 100 kilos de bagages ; chaque enfant de 3 à 12 ans à la gratuité pour le transport de 50 kilos de bagages

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser aux bureaux de renseignements et bureaux de ville des grands réseaux de chemins de fer français, aux agences de voyages, etc.

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLEANS

HIVER 1931-1932

Relation rapide d'après-midi en fin de semaine.

Paris-La Baule. — Paris-Quai d'Orsay, départ 17 heures ; La Baule (casino), arrivée 0 h. 30.

Train rapide de 1re et 2e classes Paris-Saint-Nazaire (Wagon-restaurant Paris-Saint-Pierre-des-Corps). Autocar Saint-Nazaire-La Baule. Prix du transport par place, 10 francs.

Ce service fonctionne les samedis et veilles de fêtes du 3 octobre 1931 au 26 juin 1932 inclus (sauf les veilles des lundis de Pâques et de Pentecôte).

Il dessert ,sur demande adressée au conducteur, Saint-Marc, Sainte-Marguerite et Pornichet.

Les voyageurs porteurs de billets de chemin de fer ne paient que la différence entre ce prix de 10 francs et ce qu'ils ont payé pour le transport par fer sur le même parcours. Les bagages et chiens accompagnés paient un tarif spécial.

Les grandes gares du réseau d'Orléans délivrent des billets spéciaux pour ce service.

Grands Magasins « Au Printemps »

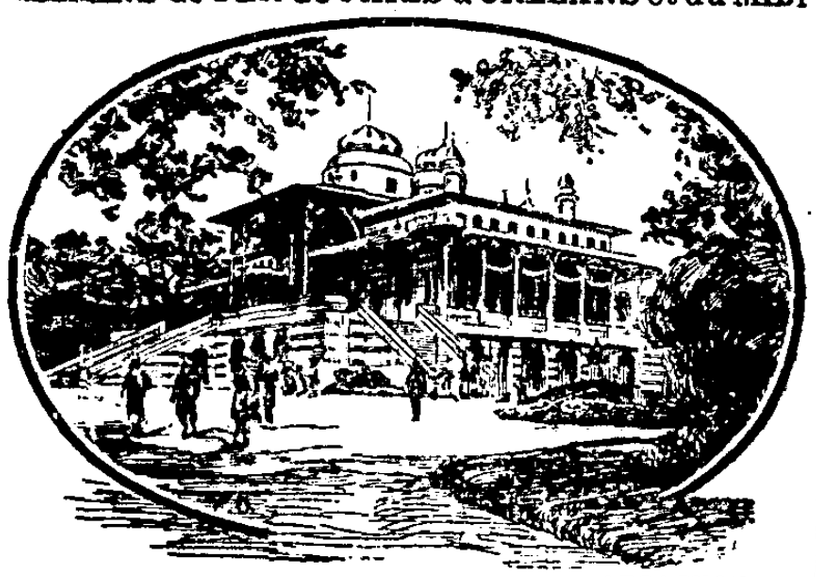
L'Assemblée Générale Ordinaire annuelle de cette Société, s'est tenue le 27 novembre 1931. Après lecture des Rapports de la Gérance et du Conseil de Surveillance, le bilan et les comptes de l'exercice 1930-31, ont été approuvés.

Le dividende a été fixé à 28,06 par action privilégiée et à 37,01 par action ordinaire, payable de suite contre remise du coupon n° 28.

MM. Adolphe Ancel et Albert Pezé, membres sortants du Conseil de Surveillance ont été réélus, et la nomination de M. Georges Denoix, en remplacement de M. Deforge, décédé, a été ratifiée.

D'autre part, l'Assemblée a donné quitus aux successions de MM. G. Marindaz et Eugène Deforge.

CHEMINS de FER de PARIS à ORLÉANS et du MIDI



ARCACHON

L'Hiver aux Pyrénées et à la Côte d'Argent

PAU, BIARRITZ, ARCACHON, DAX, SALIES-DE-BÉARN, SAINT-JEAN-DE-LUZ, HENDAYE

Chasse (renard, sanglier, palombe). Pêche Course de taureaux. Golf.

Sports d'Hiver à SUPERBAGNÈRES (Luchon)
(1.800 mètres d'altitude)
Ski, bobsleigh, luge, traîneau, etc.

Train Rapide de Luxe "**Sud-Express**" (voitures Pullman)
Trains Rapides et Express avec Wagons-lits de 1re et 2e classes

Renseignements aux Agences de la Cie d'Orléans, 16, Bd des Capucines et 126, Bd Raspail. A la "Maison de France", 101, Avenue des Champs-Elysées, à **Paris.** — Aux Agences de Voyages.

R. C. Seine 88.928

Emprunt de la Ville de Paris

4 o/o à lots

La Ville de Paris va émettre à partir du 10 décembre 1931 une première moitié (série A) d'un emprunt de 2 milliards 1/2, en obligations 4 o/o à lots offertes au prix de 980 francs par obligation remboursable à 1.000 francs.

Cette émission, qui fournira à la Ville de Paris les fonds nécessaires à l'exécution du vaste programme de travaux édilitaires actuellement en cours, ainsi qu'au remboursement — l'annonce officielle sera sans doute faite incessamment — des obligations de l'emprunt 5 o/o 1919, offrira aux souscripteurs des avantages substantiels.

Intérêt annuel de 40 francs net d'impôt (sauf la taxe de transmission sur les titres au porteur); 7.500.000 francs de lots par an, également nets d'impôts (dont 2 lots de 1.000.000 de francs, 4 lots de 500.000 francs, etc.), soit 3.750.000 francs de lots nets pour chacune des deux séries A et B, amortissement au pair par tirages au sort en 48 ans 1/2.

Rendement réel net : 4,25 %.

Les porteurs de titres de 1919 auront la faculté, à capital nominal égal, d'échanger leurs titres, qui leur seront repris pour 502 fr. 50 chaque, contre des titres du nouvel emprunt, sans bénéficier pour cet échange d'un droit de priorité, leurs demandes n'étant servies que dans la limite des disponibilités de titres de chaque guichet de souscription.

On souscrit :

— à Paris et dans la Seine : à la Caisse municipale (Hôtel-de-Ville), à la Recette centrale des Finances (9, place Saint-Sulpice) et aux caisses des percepteurs de Paris et de la Seine;

— dans les Départements : aux caisses des comptables du Trésor et chez la plupart des percepteurs,

— et dans les Banques et Etablissements de crédit.

Relations France-Algérie, par Port-Vendres. Trains et paquebots rapides. — Le trajet le plus direct de Paris à Port-Vendres, par Limoges, Toulouse, Carcassonne, Perpignan. Voitures directes de toutes classes avec couchettes en 1re classe.

Départ de Paris-Quai d'Orsay 17 h. 18; arrivée à Port-Vendres-Quai 9 h. 15. Wagon-restaurant de Paris à Chateauroux.

Wagons-lits de Paris à Port-Vendres (ville).

Billets directs et enregistrement direct des bagages de Paris-Quai d'Orsay à Alger ou Oran, et vice versa.

La seule voie permettant le transbordement direct du train au paquebot. La traversée la plus courte dans les eaux les mieux abritées (Compagnie de Navigation mixte).

a) **Port-Vendres-Alger.** — Départ de Port-Vendres les lundis et vendredis à 10 h. Arrivée à Alger le lendemain à 8 heures.

b) **Port-Vendres-Oran.** — Départ de Port-Vendres le dimanche à 10 h. ; arrivée à Oran le lendemain à 17 heures.

Pour tous renseignements complémentaires s'adresser notamment : à l'Agence P.-O.-Midi, 16, boulevard Raspail ; à la Maison du Tourisme, 53, avenue George V ou au bureau de renseignements de la gare du Quai d'Orsay, à Paris ; aux principales agences de voyages.

Eau de régime des ARTHRITIQUES

VICHY CÉLESTINS

en bouteilles, demies et quarts

Reg. du Com. Paris 30.051

CHEMINS DE FER DE L'ETAT

LA NUIT.. VOUS SEREZ MIEUX EN COUCHETTES

pour les plus longs parcours vous n'aurez à payer qu'un léger supplément de :

HIVER { 1re Cl. 33,75 / 2me Cl. 27,00 / 3me Cl. 22,50

Éditeurs : FÉLIX ALCAN, Paris - NICOLA ZANICHELLI, Bologne - DAVID NUTT, Londres - AKAD, VERLAGSGESELLSCHAFT, Leipzig - R. E. STECHERT & Co., New-York - RUIZ HERMANOS, Madrid - FERNANDO MACHADO & Cia, Porto - THE MARUZEN Company, Tokyo.

" SCIENTIA "

Revue Internationale de Synthèse scientifique

Paraissant mensuellement en fascicules de 100 *à* 120 *pages chacun*

Ex-Directeur : EUGENIO RIGNANO

Directeurs : **F. BOTTAZZI, G. BRUNI, F. ENRIQUES**

EST L'UNIQUE REVUE à collaboration vraiment internationale.

EST L'UNIQUE REVUE à diffusion absolument mondiale.

EST L'UNIQUE REVUE de synthèse et d'unification du savoir qui traite les questions fondamentales de toutes les sciences : histoire des sciences, mathématiques, astronomie, géologie, physique, chimie, biologie, psychologie et sociologie.

EST L'UNIQUE REVUE qui, par des enquêtes conduites auprès des plus éminents savants et écrivains de tous les pays (*Sur les principes philosophiques des diverses sciences ; Sur les questions d'astronomie et de physique les plus fondamentales qui se trouvent à l'ordre du jour ; Sur la contribution que les divers pays ont apportée au développement des diverses branches du savoir ; Sur les plus importantes questions de biologie ; Sur les grandes questions économiques et sociologiques internationales*), étudie tous les problèmes essentiels qui agitent les milieux intellectuels du monde entier, et constitue en même temps le premier essai d'organisation internationale du mouvement philosophique et scientifique.

EST L'UNIQUE REVUE qui puisse se vanter d'avoir parmi ses collaborateurs les savants les plus illustres du monde entier.

Les articles sont publiés dans la langue de leurs auteurs et à chaque fascicule est joint *un supplément contenant la traduction française de tous les articles non français*. Ainsi la revue est complètement accessible même à qui ne connait que la langue française. (*Demandez un numéro spécimen gratuit* au Secrétaire Général de « Scientia », Milan, en joignant à la demande, pour remboursement des frais d'envoi, la somme de trois francs en timbres poste français.)

ABONNEMENT : Fr. 200.

BUREAUX DE LA REVUE : Via A. De Togni 12 - Milano (116)

Secrétaire Général : DR. PAOLO BONETTI.

CHEMINS DE FER D'ALSACE ET DE LORRAINE, DE L'EST, DE L'ETAT, DU MIDI, DU NORD, D'ORLEANS ET DE PARIS A LYON ET A LA MEDITERRANEE.

Transport des colis express

Pour répondre à l'intérêt qu'attache le public à l'acheminement rapide de certains envois urgents, les Grands Réseaux vont mettre en vigueur, le 4 octobre prochain, un nouveau tarif G. V. n° 10/100, *Colis Express* permettant l'expédition des colis dans des conditions de vitesse analogues à celles qui seraient obtenues si ces colis suivaient au titre de bagages un voyageur effectuant le même trajet.

Ce mode de transport offrira en raison de sa commodité et de sa rapidité des avantages qui ne doivent pas manquer d'être appréciés du Public et particulièrement des commerçants et industriels.

Les colis express pourront être expédiés d'une gare quelconque des Réseaux d'Alsace et de Lorraine, de l'Est, de l'Etat, du Midi, du Nord, d'Orléans et de P.L.M. ouverte au Service des bagages à une gare quelconque des mêmes réseaux, ouverte à ce service.

Ils seront, en principe, acceptés à l'expédition et livrés au public aux mêmes emplacements que les bagages : toutefois, dans certaines gares, des guichets et emplacements spéciaux pourront être réservés aux « Colis express ». Dans tous les cas, les endroits où s'effectueront les opérations relatives aux colis express seront désignés au public au moyen d'écriteaux.

Les colis express devront être remis à l'expédition 30 minutes au moins avant l'heure de départ du train qui devra les emporter.

Sauf instructions contraires de l'expéditeur, les colis expédiés à destination d'une localité desservie par un service de factage seront livrés à domicile dans les 10 heures qui suivront l'heure réglementaire d'arrivée du train qui aura amené les colis à destination (période de 20 heures à 6 heures non comprise).

Dans certaines localités importantes (préfectures, villes d'eaux, centres industriels, etc...), l'expéditeur pourra demander la livraison par express. Cette livraison sera effectuée dans un délai de 2 heures à 6 heures non comprise).

Relations rapides Paris-Quai d'Orsay-Alger, par Port-Vendres.

Transbordement direct du train au paquebot.

Départs de Paris-Quai d'Orsay les dimanches et jeudis soir à 17 h. 18 par train-paquebot rapide (toutes classes, couchettes de 1re classe et wagon-restaurant).

Arrivées le lendemain matin sur le Quai Maritime de Port-Vendres. Transbordement direct dans le rapide et confortable paquebot « El Goléa », qui part sans délai pour atteindre Alger les mardis et samedis matin à 8 h.

C'est non seulement la voie la plus courte et la plus rapide, mais celle qui traverse les eaux les mieux abritées ; c'est la seule avec passage immédiat des voyageurs et de leurs bagages du train au paquebot, sur le quai même d'embarquement.

SUR LA ROUTE D'HIVER DES ALPES EN AUTOCAR P.-L.-M.

Les Services automobiles de la Route d'hiver des Alpes fonctionnent entre Aix-les-Bains-Mont Revard et Nice.

Jusqu'en fin janvier, deux départs par semaine ont lieu dans chaque sens : les lundi et jeudi au départ d'Aix ; les lundi et vendredi au départ de Nice.

Le parcours d'Aix-les-Bains à Nice s'effectue en trois jours :

Première étape : Aix-Grenoble par Chambéry, Les Echelles, Saint-Laurent du Pont, Saint-Pierre de Chartreuse (déjeuner), Col de Porte.

Deuxième étape : Grenoble-Digne par Monestier de Clermont, Le Col de la Croix Haute, Lus (déjeuner), Aspres, Sisteron.

Troisième étape : Digne-Nice par Saint-André-les-Alpes, Annot (déjeuner), Pont de Gueydan, Entrevaux, Puget-Théniers, Touet de Beuil.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser aux gares, bureaux de renseignements, bureaux de ville du réseau P.-L.-M. et aux Agences de voyages.

BUREAU OFFICIEL DES GRANDS RESEAUX FRANÇAIS. MAISON DU TOURISME

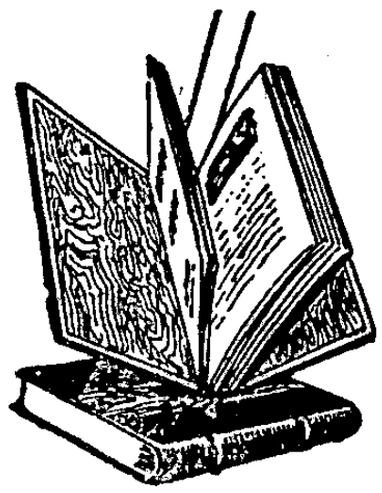
Les voyageurs trouvent au Bureau Officiel des Grands Réseaux français installé à la Maison du Tourisme, 53, avenue George-V, à Paris, tous renseignements utiles en vue de leurs déplacements.

Ils peuvent y obtenir les billets de toutes catégories qui leur sont nécessaires (chemins de fer et autocars) et y louer à l'avance places de luxe places de 1re, 2e ou de 3e classes.

SELFIOR

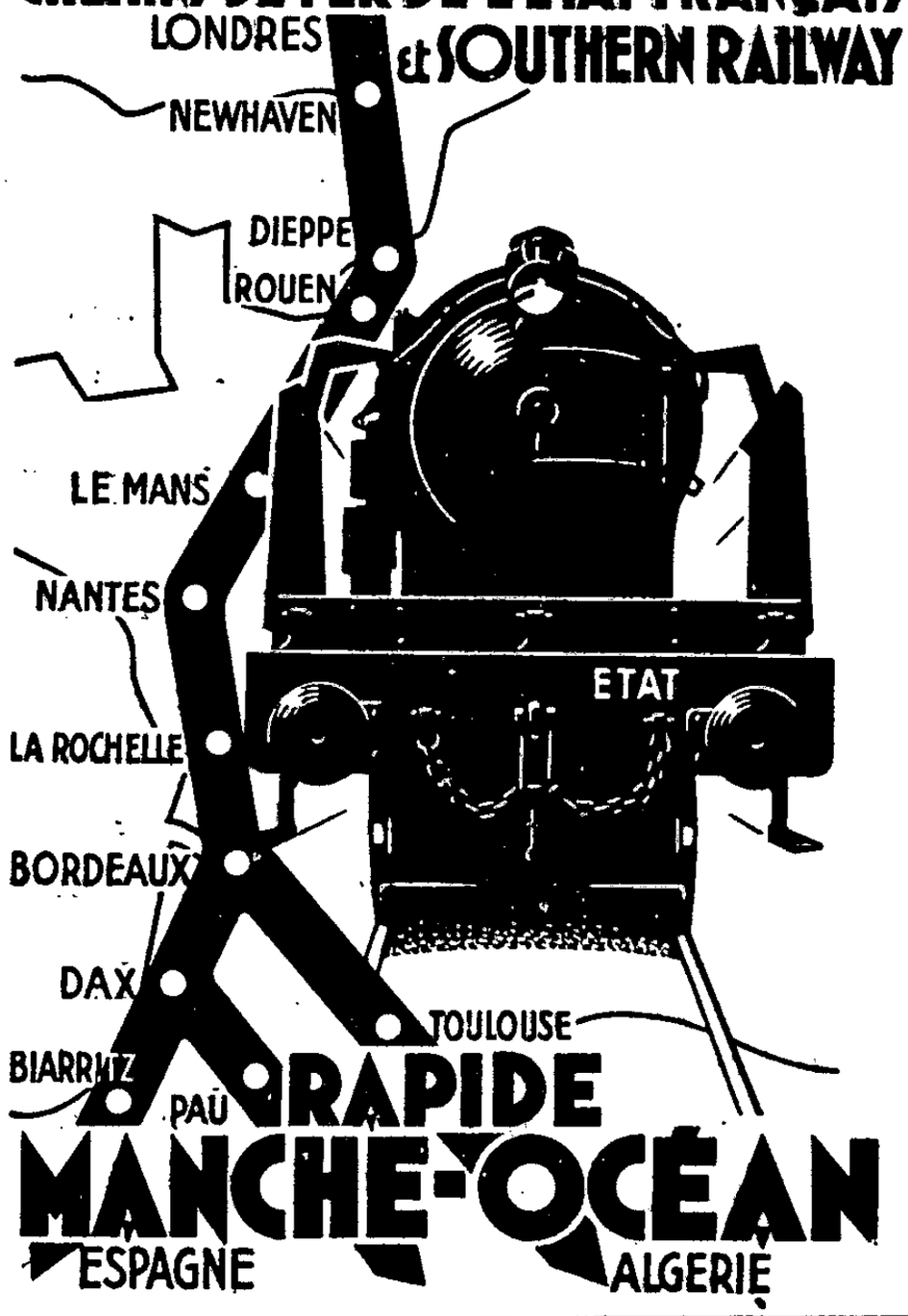
Reliure instantanée pour un an de nos éditions :

Revue Bleue
Revue Scientifique
France Nouvelle



L'Administration se fera un plaisir d'adresser à tous ceux de ses nombreux lecteurs qui lui en feront la demande, contre la somme de **10** fr. et **2** fr. de port, un SELFIOR, reliure automatique permettant de relier soi-même, soit en fin d'année, soit en cours d'abonnement, une collection annuelle de nos revues. (Pour l'étranger le prix du port est de **4** fr. **50**.)

« Self-Reliure » **Reliure extensible pour livres brochés**



CHEMINS DE FER D'ALSACE ET DE LORRAINE EST, ETAT (ENSEMBLE DES RESEAUX), MIDI, NORD, P.-O., P.-L.-M. ET CEINTURES DE PARIS

Billets à prix réduits pour émigrants se rendant en Algérie, en Tunisie ou au Maroc.

Il est délivré aux émigrants voyageant en 3e classe, qui se rendent d'une gare quelconque des réseaux d'Alsace et de Lorraine, Est, Etat, Midi, Nord, P.-O. et P.-L.-M. à Bordeaux, Marseille ou Port-Vendres dans l'intention d'émigrer en Tunisie, en Algérie ou au Maroc, des billets 1/2 place pour les adultes, 1/4 de place pour les enfants de 3 à 12 ans.

Pour bénéficier de cette faveur les émigrants doivent pouvoir présenter l'une des pièces suivantes :

a) Acte provisoire de concession ou d'acquisition de terres domaniales en Algérie;

b) Certificat du gouvernement général de l'Algérie attestant qu'ils ont du travail assuré dès leur arrivée dans la colonie :

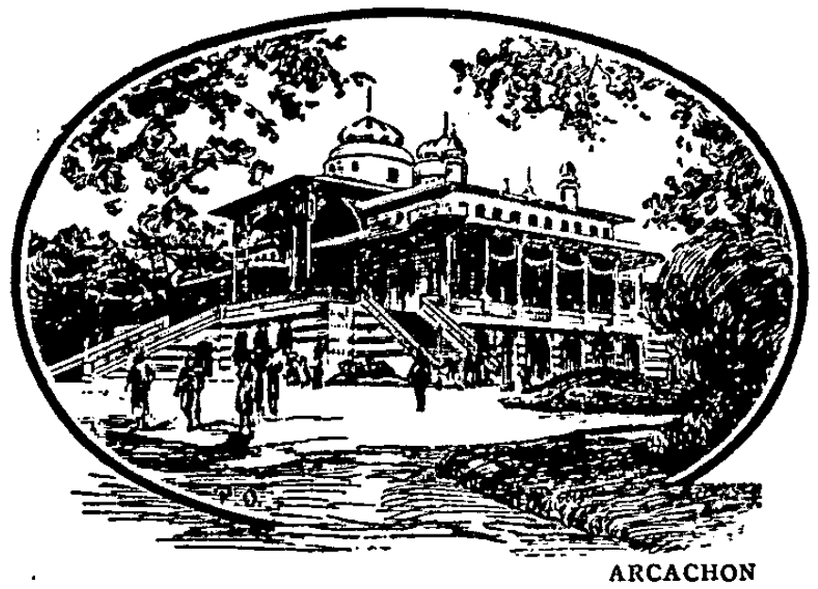
c) Certificat de la résidence générale de la République française à Tunis ;

d) Certificat de la résidence générale de la République française au Maroc.

Chaque voyageur de plus de 12 ans a droit au transport gratuit de 100 kilos de bagages ; chaque enfant de 3 à 12 ans à la gratuité pour le transport de 50 kilos de bagages.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser aux bureaux de renseignements et bureaux de ville des grands réseaux de chemins de fer français, aux agences de voyages, etc.

CHEMINS de FER de PARIS à ORLÉANS et du MIDI



ARCACHON

L'Hiver aux Pyrénées et à la Côte d'Argent

PAU, BIARRITZ, ARCACHON, DAX, SALIES-DE-BÉARN, SAINT-JEAN-DE-LUZ, HENDAYE

Chasse (renard, sanglier, palombe). Pêche
Course de taureaux. Golf.

Sports d'Hiver à SUPERBAGNÈRES (Luchon)
(1.800 mètres d'altitude)
Ski, bobsleigh, luge, traîneau, etc.

Train Rapide de Luxe "**Sud-Express**" (voitures Pullman)
Trains Rapides et Express avec Wagons-lits de 1re et 2e classes

Renseignements aux Agences de la Cie d'Orléans, 16, Bd des Capucines et 126, Bd Raspail. A la "Maison de France", 101, Avenue des Champs-Elysées, à **Paris** — Aux Agences de Voyages.
R. C. Seine 88.928

Les Vosges à ski

En vue de développer la pratique des sports d'hiver dans les Vosges, les chemins de fer de l'Est, et d'Alsace et de Lorraine mettent en vigueur, du 1er décembre 1931 au 31 mars 1932 un tarif de billets d'aller et retour individuels de fin de semaine de toutes classes avec réduction de 40 0/0 sur les prix doubles des billets simples.

Ces billets délivrés au départ de Paris et des principales gares des réseaux de l'Est et d'Alsace et de Lorraine sont à destination fixe ou facultative. Ils permettent d'atteindre, les principaux centres de sports d'hiver des Vosges, notamment le Hohwald (600 m.), Le Champ du Feu (1.099 m.), Le Struthof (710 m.), Le Lac Blanc (1.054 m.), Gérardmer (675 m.), La Schlucht (1.159 m.), Le Hohneck (1.361 m.), Le Markstein (1.240 m.), Le Grand Ballon (1.424 m.), Le Ballon d'Alsace (1.242 m.).

Grâce aux billets à destination facultative, les voyageurs peuvent parcourir à ski une partie de la montagne et prendre le train du retour à une gare autre que la gare d'arrivée du voyage d'aller.

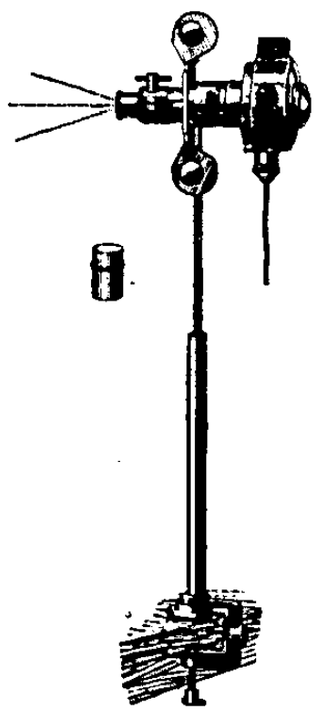
La validité des billets délivrés au départ de Paris va du vendredi (ou avant-veille de fêtes légales à midi au mardi (ou surlendemain de fêtes legales), à midi. Des validités spéciales sont prévues au départ des autres gares.

Les articles de sports, skis, luges, etc., à l'exception des bicyclettes, peuvent être acceptés comme bagages enregistrés avec franchise de 20 kg. par voyageur.

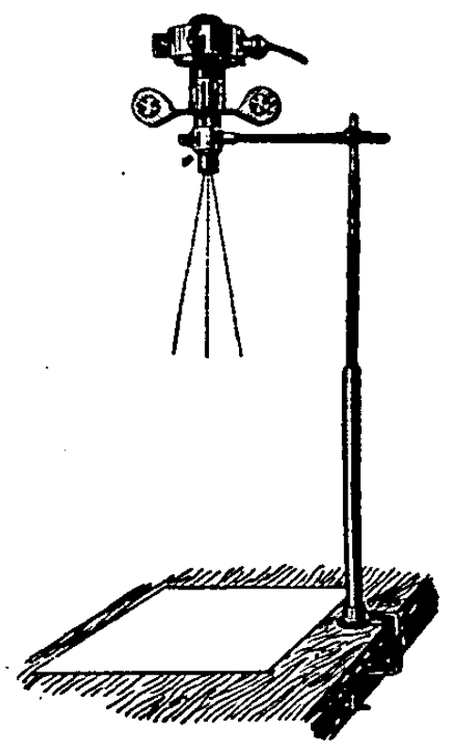
Pour renseignements complémentaires et délivrance des billets au départ de Paris, s'adresser bureau de renseignements de la gare de Paris-Est et Agence des chemins de fer A. L., 2, avenue Portalis, Paris (8e).

LA PHOTOSCOPIE

PHOTOSCOPE
MODÈLE A

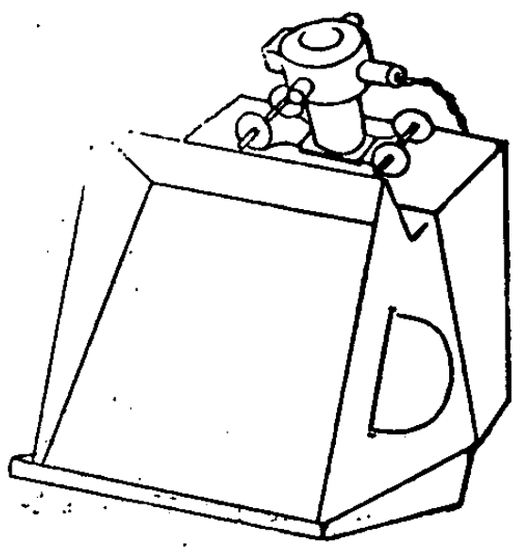


En position horizontale pour Conférence



En projection verticale pour la lecture individuelle,

PHOTOSCOPE DE LECTURE



LA Photoscopie est un procédé qui enregistre photographiquement sur film, les documents de toute nature : photos, dessins, textes imprimés ou manuscrits, modèles, etc., etc.... Elle en assure ainsi la reproduction, la conservation et le classement d'une façon pratique et économique.

Le film photoscopique est du format ciné standard (18 × 24). Les documents enregistrés sous cette forme peuvent être reproduits à l'infini et restitués en un format quelconque, par projection ou par agrandissement sur papier.

La Photoscopie a créé, pour la lecture et la projection fixe des films, un matériel parfaitement étudié, répondant aux besoins du Conférencier du Professeur, de l'Erudit, du Publiciste et de tous ceux qui, à un titre quelconque, doivent avoir recours à une iconographie abondante et variée.

LES PHOTOSCOPES

Les Photoscopes, dont nous donnons ici les figures ci-contre, sont des appareils de prix modérés, d'un emploi simple et sûr. Très réduits, ils sont néanmoins d'une grande puissance lumineuse. Ils permettent la projection fixe du film sur écran pour un public nombreux, ou sur table pour la lecture individuelle. Ils se prêtent particulièrement à l'étude des textes et au relevé rapide de croquis.

LES ÉDITIONS PHOTOSCOPIQUES

Les Editions Photoscopiques forment le fonds documentaire le plus important existant: 1.600 films fiixes actuellement parus réunissent plus de 75.000 vues englobant tous les sujets : Sciences, Industries, Arts, Archéologie, Voyages, etc...

Des séries ont été spécialement établies pour l'Enseignement à tous les degrés :

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE, SECONDAIRE, SUPÉRIEUR.
ENSEIGNEMENT TECHNIQUE.

Ces films établis conformément aux Programmes Universitaires sont pour les Professeurs un puissant auxiliaire, d'une valeur pédagogique incontestable.

En dehors de ses Editions courantes, la Photoscopie édite, pour ses clients, des films répondant à leurs besoins particuliers. Elle reproduit également sur papier à un nombre quelconque d'exemplaires et à des prix exceptionnellement avantageux, tous documents industriels, commerciaux, artistiques. Ces reproductions sont en positif, c'est-à-dire noire sur blanc (Documentations, recherches scientifiques, etc.).

RENSEIGNEMENTS ET CATALOGUES FRANCO

Des conditions spéciales sont réservées à nos Lecteurs.

ADRESSER TOUTES DEMANDES A LA REVUE SCIENTIFIQUE